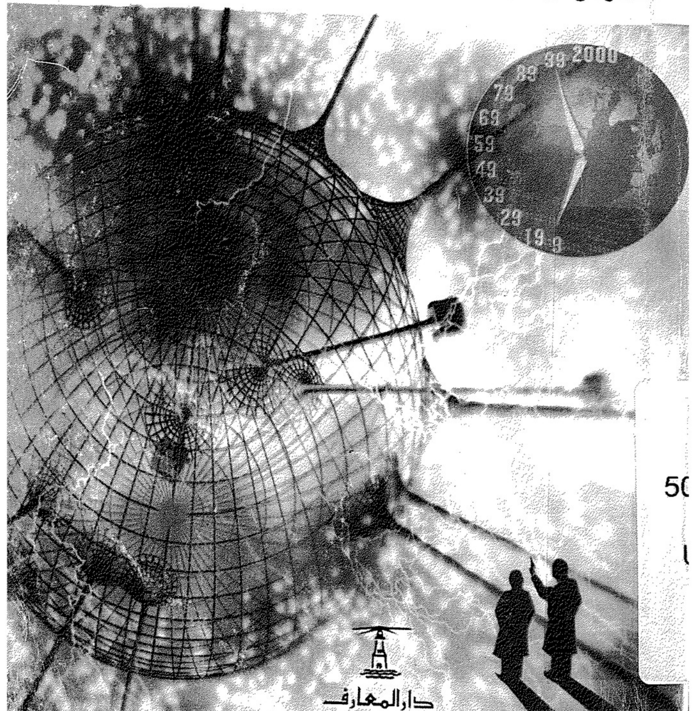
دكتور محمد زكى عويس

مستقبل العلم

اقرأ

سلسلة ثقافية شهرية
تصدر عن دار المعارف







سلسلة ثقافية شهرية
تصدر عن دار المعارف

[٦٤٨]

رئيس التحرير: رجب البنا

تصميم الغلاف : شريفة أبو سيف

الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة ج . م . ع .

د . محمد زكى عويس

مستقبل العلم



إن الذين عنوا بإنشاء هذه السلسلة ونشرها ، لم يفكروا إلا فى شىء واحد ، هو نشر الثقافة من حيث هى ثقافة ، لا يريدون إلا أن يقرأ أبناء الشعوب العربية . وأن ينتفعوا ، وأن تدعوهم هذه القراءة إلى الاستزادة من الثقافة ، والطموح إلى حياة عقلية أرقى وأخصب من الحياة العقلية التى نحياها .

طه حسين

إهـــــداء

إلى العلـم الحقيقـى الـذى أتمنـى أن يسـود مراكز البحث العلمى المنتشـرة فـى ربـوع الوطن العربى الكبير

د / محمد زكى عويس

كتب للمؤلف

١ - (أشعة الليزر والحياة المعاصرة) الناشر : الهيئة المصرية العامة للكتاب ، عام ١٩٩٠م .

٢ - (الليزر الأشعة الساحرة) الناشر : دار المعارف سلسلة اقرأ عدد ٦٠٨ مايو ١٩٩٦م .

٣ - (أسلحة الدمار الشامل) الناشر : دار المعارف سلسلة اقرأ عدد ٦١١ سبتمبر ١٩٩٦م .

٤ - (فيزياء وتطبيقات البلورات السائلة) ضمن سلسلة كراسات علمية . الناشر : مكتبة الأكاديمية - فبراير ١٩٩٨م .

٥ - (العرب وأسرار الحرب الخفية) الناشر : دار المعارف المصرية سلسلة اقرأ عدد ٦٢٥ أكتوبر ١٩٩٨م .

٦ - عرض كتاب بعنوان (فيزياء المواد الرخوة - انطباعات علمية وثقافية) تأليف الأستاذ الدكتور/ ب . ج . دى جين الحاصل على جائزة نوبل فى الفيزياء ، يناير ١٩٩٩م ، المكتبة الأكاديمية - سلسلة كراسات عروض .

٧ - (الليزر قوة خارقة من شعاع ساحر) الناشر : دار المعارف المصرية سلسلة حكايات علمية فبراير ١٩٩٩م .

٨ - (دنيا الفيزياء) ، المكتبة الأكاديمية - سلسلة كراسات علمية ١٩٩٩م (تحت الطبع) .

نداء العلم

العلم هو القدرة على ملاحظة وتحديد ووصف واستكشاف الظواهر المحيطة بنا بالدراسات العملية والنظرية على حدٍ سواء. فالعلم منهج متكامل فعال يستخدم طرق دراسية منضبطة قائمة على الاختبار التجريبى للتدليل على صحة أو خطأ الفروض والنظريات فى تيار مستمر من النقد والتدقيق للوصول إلى ما هو أصح دون ادعاء امتلاك الحقيقة المطلقة وتوظف نتائجه لفهم عالمنا وجعله مكان أفضل لنا إذا ما أحسنا استخدام هذه النتائج، كما إننا ندفع ثمن التوظيف السيئ وهذه هى مسئوليتنا.

إن العلم ينادينا باعتباره أهم ما أنجزه العقل البشرى لنتحمل المسئولية: مسئولية المعرفة وتبعات توظيفها. فى الكتاب العديد من الأمثلة الناتجة عن جهود البشر اللذين استجابوا لنداء العلم نقدمها كحافز لنا حتى نبدى نفس الاستجابة.

فمنذ القدم يحاول الإنسان فهم الكون المحيط به. وعبر العصور اختلط مفهومه عن الكون بالخيال والخرافة، حتى جاء العلم ليقدم له صورة أوضح عن نشأة الكون وأبعاده المترامية. وبدأ التفكير فى تعدد الأبعاد الكونية واختلافها عن الأبعاد التقليدية المعروفة والمرتبطة بالفراغ – الزمنى والتى تحدد لنا موقع الأجسام بدقة متناهية. إى أن هناك الكثير من الظواهر والمفاهيم الغريبة والمثيرة التى تحدث من حولنا متحدية لإدراكنا البشرى مثل فكرة وجود الثقوب السوداء وتمدد الكون وخطوط

الكم الشبحية ونظريات الفوضى ووجود الجسيمات الأولية حاملة القوة. هذا الموضوع بالإضافة إلى موضوعات أخرى سوف نتناولها فى الفصل الأول تحت عنوان «صورة الكون بين الواقع والخيال».

وبما أن نسيج الكون يتكون من جسيمات ما دون الذرة، فإن فهم المادة التى قدمها لنا العلم مكننا من التفكير فى البحث عن أشكال جديدة للمادة فى حالاتها المختلفة الغازية والسائلية والصلبة والبلازمية وفى حالتها البلورية السائلة. وحاليًا يقوم الإنسان بنفسه بصياغة مواد جديدة لم يعهدها من قبل لتوظيفها فى مجالات تكنولوجية متقدمة. الجديد فى علوم المواد سوف نتناوله فى الفصل الثانى. والدور المحورى للعلم فى حل مشاكل البشر لم يتجه إلى الفضاء لاكتشاف أغواره فقط بل اتجه إلى أعماق المحيطات يدرس إمكانياتها فى توفير الغذاء وتوليد الطاقة واستثمار ثرواتها، كما أن التقدم لا يتم بدون طاقة. والطاقة فى الوقت الحالى لها آثارها الجانبية المضرة على البيئة مع تعرضها للنضوب. لذلك يعمل العلماء على توفير الطاقة النظيفة غير المحدودة باستخدام الهيدروجين. نتناول هذا الموضوع فى الفصل الثالث تحت عنوان «آفاق مستقبلية للعلم». ويتعلق الفصل الرابع والأخير بتوظيف التقدم العلمى لاستكشاف المجهول عن طريق قرون استشعار علمية عبارة عن مجسات تكنولوجية وضعت فى الفضاء أو على الأرض أو فى أعماق المحيطات وتعتمد فى تشغيلها على التطور المتسارع فى تطبيقات أشعة الليزر. قرون الاستشعار تلك تعمل كنظم إنذار توفر المعلومات لكافة الأغراض المدنية والعسكرية على حد سواء.

إن الوطن عندما تعرض لخطر العدوان رفع أبناؤه الشعار الرائع «خللى السلاح صاحى» واستطاع أن يرد العدوان ويحقق الانتصار. ولأن الخطر الأكبر على المستقبل هو التخلف العلمى فدعنا عزيزى القارئ أن نجعل شعارنا اليوم والغد «خللى العلم صاحى». من أجل ذلك وبكل الأمل فى مستقبل مشرق دعنا نلبى النداء: نداء العلم والوطن.

وإنى إذ أتقدم بالشكر الجزيل لأسرة دار المعارف الغراء تحت قيادة صديقى الكبير الأستاذ/ رجب البنا على فتحها المجال لنشر الموضوعات العلمية فى سلسلة اقرأ أود أن أنوه أن بعض مما جاء فى الكتاب من موضوعات علمية قد سبق نشرها فى جريدة الأهرام المصرية وكذلك فى مجلة علوم وتكنولوجيا التى يصدرها معهد الكويت للأبحاث العلمية ، ولكنى رأيت أن هذه الموضوعات من الأهمية أن يقرأها أكبر عدد من القراء .

دكتور / محمد زكى عويس

أستاذ الفيزياء

بكلية العلوم - جامعة القاهرة



الفصل الأول

صورة الكون بين الواقع والخيال

- الكون وأبعـــاده الأخرى
- فيزياء ما وراء المستقبل

الأبعاد الأخرى للكون

من المعروف أن نوى الذرات تتكـون مـن بروتونـات مشـحونة بشـحنة موجبة مقدار كل منها ١,٦ × ١٠ ⁻¹⁹ كولوم ونيوترونات غير مشحونة، إلا أن هناك مشاهدات تشير إلى انبعاث جسيمات أولية أخرى من النـوى تحت ظروف خاصـة. وخـلال العقـود الثلاثـة الماضيـة تم اكتشـاف هـذه الجسيمات وأصبح عددها المستقرة أكثر من ثلاثين جسيما.

ففى عام ١٩٢٨م وضع العالم الإنجليزى ب. ديـراك نظريـة متكاملـة للإلكترون وأعطانا معادلة موجية له فى مجال كهرومغناطيسى أخـذا فـى الاعتبار النظرية النسبية للعالم «أليرت أينشتين». وتنبـأت هـذه النظريـة بوجود إلكـترون ذو شـحنة موجبـة بالإضافـة إلى الإلكـترون ذى الشـحنة السالبة. وأطلق العلماء على الإلكترون الموجب اسم «البوزيـترون»، حيـث أتتضح بعد ذلك أن زوج من الإلكترون والبوزيترون يتولد مـن فوتـون ذات طاقة مناسبة لا تقل عن مقدار ١,٠٢ ميجا إلكترون فولت (واحد إلكـترون فولت يساوى ١,٦ × ١٠ ⁻¹⁹ جول). وكذلك عندما يلتقى الإلكـترون مـع بوزيترون يفنى بعضهما الآخر. من هنا يعتبر البوزيترون ضديد الإلكترون. وببساطة فإن ضديد الجسم يكون له نفـس الكتلـة والـبرم والعمـر النصفـى للجسم ذاته لكن شحنته (إن وجدت) تكون عكس شحنة الجسم.

وعلى الرغم من تعدد الجسيمات الأولية واختلاف صفاتها فمن الممكـن تمييز بعض التناسق بين هـذه الجسـيمات. وتصنـف الجسـيمات الأوليـة المستقرة نسبيا حسب تسلسل كتلتها السكونية.

وتقسم الجسيمات الأولية إلى أربعة مجاميع هى:

١ - الفوتون ٢ - اللبتونات ٣ - الميزونات ٤ - الباريونات

ويمثل الفوتون مجموعة بحد ذاته، فهو يمثل كونتا المجال الكهرومغناطيسى وكتلته السكونية تساوى صفر وبرمه يساوى واحد. ومجموعة اللبتونات يمثلها جسيمات النيوترينوات والميونيوترينوات والإلكترون - نيوترينوات والميونات والإلكترونات التى لها جميعا برم يساوى (١/٢). أما المجموعة الثالثة تسمى الميزونات ويمثلها جسيمات البايونات والكايونات الإيتات وبرمها يساوى صفر. أما المجموعة الرابعة والأخيرة وتسمى مجموعة الباريونات يمثلها جسيمات النويات (البروتونات والنيوترونات) والهايبرونات التى تمتاز بكبر كتلتها.

ومن خلال النظرية المجالية الكمية تعرف العلماء على وجود أربعة قوى كونية فى الطبيعة هى:

١ - القوة الجاذبية ٢ - القوة الكهرومغناطيسية

٣ - القوة النووية الضعيفة ٤ - القوة النووية الشديدة

ووجد أن ثلاثة من تلك القوى يمكن وصفها بواسطة النظرية المجالية الكمية ماعدا القوة الجاذبية. فالنسبية العامة تربط قوة الجاذبية برباط وثيق بهندسة الزمان (الزمن والأبعاد الفراغية الثلاثة الطول والعرض والارتفاع). وحتى الآن لم يتم التزاوج بين نظريتى الكم والنسبية من أجل توحيد هذه القوى الكونية. وقد طرح العلماء أسلوب جديد من أجل توحيد هذه القوى يعتمد على قبول أن للكون أبعاد أخرى إضافية.

وفيما يلى سوف نوضح أوجه القصور فى النظريات السابقة التى فشلت فى هذا التوحيد.

لقد وجد العلماء أن ما نظنه فراغا ساكنا فى الفضاء هو فى الواقع خضم مزدحم بجسيمات عديدة أخرى تتناقل بلا كلل. ودرجة نشاط هذا التزاحم تعتمد على القوة محل الاعتبار. وإن لم تكن هناك هذه الجسيمات المتناقلة لما أحس جسم من المادة بالجسم الآخر ولما تم أى تفاعل على الإطلاق. وتسمى هذه الجسيمات بالوسطاء مثل الفوتون الحامل للقوة الكهرومغناطيسية. وفى عام ١٩٨٣م تم اكتشاف الجسيمات الوسيطة للقوة النووية الضعيفة ويرمز لها بالرمز W, Z . وجسيمات النواة من بروتونات ونيوترونات تعرف الآن أنها جسيمات مركبة كل منها من ثلاثة جسيمات تسمى كواركات. والكواركات مترابطة بقوة لا يتوصل إليها إلا بثمانية جسيمات وسيطة على الأقل، أطلق عليها اسم «جلونات». وقد اهتم العلماء بتوحيد القوى الثلاث الكهرومغناطيسية والنوويتين الضعيفة والشديدة عن طريق تبادل هذه الجسيمات الوسيطة. ووجد أن توحيد القوتين الكهرومغناطيسية والنووية الضعيفة ينتج عنهما القوة الكهروضعيفة ``ELECTROWEAKFORCE``.

هذه القوة تتحد بدورها مع القوة النووية الشديدة وتتولد عنهما القوة الموحدة العظمى. وقد ظهرت نظريات عديدة لصهر هذه القوى الثلاث فى بوتقة واحدة.

وحتى الآن يبذل العلماء الجهود المضنية من أجل توحيد قوة الجاذبية مع القوة الموحدة العظمى وتوليد القوة الفائقة، إلا أن ذلك يتطلب معالجة

رياضية بالغة التعقيد يتطلب حلها أن يكون للفضاء أبعاد أخـرى إضافيـة عديـدة. فالنظريـة الكميـة ظـهرت حـين اكتشـف أن الموجـات الكهرومغناطيسية تنطلق على هيئة كمات محددة وهى الفوتونات، ومن ثم كان من المتصور أن تكون لموجات الجاذبية كمات. وأطلق العلماء على هذه الكمات اسم «الجرافيتون» التـى مـازالت افتراضيـة حتـى الآن. ويتشـابه الجرافيتون مع الفوتـون بـأن كـل منـهما ينتقـل بسـرعة الضـوء، والفـرق الجوهرى بينهما يكمن فى ضعف تفاعل الجرافيتون مع المادة.

ولنا أن نتصور صعوبة تطبيق مبادئ نظرية الكم ومبـدأ اللايقـين علـى الجاذبية، حيث تظهر من خـلال المعالجـة النظريـة اللانهائيـة مـع كـل عملية مجالية تتضمن حلقة مغلقة. ونظرا لأن الجرافيتونـات تتفـاعل مـع بعضها، فإن الحلقات المغلقة ذات صفة أكثر شمولية. ويمكننا أن نفـترض أن كل جسيم محاط بعدد لا نهائى من الحلقات المعقدة. وكل مستوى من الحلقات يضيف لا نهائية جديدة للحسابات. وبذلك تتراكم اللانـهائيات وتزداد المشكلة صعوبة. وفى محاولة رائدة لحل هذه المشكلة فى الجاذبية الكمية، وضع الفيزيائيون برنامج لاستغلال أقوى تناظر تم اكتشـافه فـى الطبيعة ويعرف الآن «بالتناظر الفائق». هذا التناظر يكمن فى فكـرة الـبرم الذاتى، فجميع الجسيمات الأولية فـى الطبيعـة لهـا خاصيـة كـم معينـة للدوران حول نفسها تسـمى الـبرم، وتـأتى دائمـا علـى صـورة مضاعفات القيمة الأساسية. ولأسـباب تاريخيـة اتخـذت القيمـة الأسـاسية مسـاوية للنصف. فالإلكترون والنيوترينو مثلا لهما قيمة برم ذاتى تسـاوى نصـف. والفوتون له قيمة برم تساوى واحـد. والجرافيتـون لـه قيمـة بـرم تسـاوى اثنين. ولم يعرف بعد جسيم فى الطبيعة له برم يزيد عن اثنين.

والجدير بالذكر أن قبل ظهور التناظر الفائق عوملت الجسيمات المنتمية إلى قيم مختلفة من البرم على إنها تنتمى لأسر مختلفة تماما. فكل الجسيمات التى معامل برمها عدد صحيح أتتضح أنها حاملة للقوى، أى أنها جسيمات لمجالات كم كالفوتونات والجرافيتونات. أما الجسيمات ذات معامل البرم الكسرى كالإلكترون فهى جسيمات مادية. وللتمييز بين الطائفتين تسمى المجموعة الأولى «بوزونات» وتسمى الثانية «فرميونات»، ولا يوجد وجه للتناظر معروف بين خواص البوزونات والفرميونات. ويتطلب التناظر الفائق أن يكون لكل نوع من الجسيمات نظير ذو برم معاكس. وكان اكتشاف البوزيترون كضديد للإلكترون مدعاة للافتراض ضديد للنيوترون وضديد للبروتون للحفاظ على التناظر.

والسؤال المطروح هو كيف يمكن حل مشكلة اللانهائيات فى النظرية الجاذبية الكمية؟

إن الجرافيتون الذى افترض أنه يحمل قوة الجاذبية يتطلب له من وجهة نظر التناظر الفائق وجود جسيمات حاملة للجاذبية تسمى «جرافيتينو» لكل منها برم ذاتى مقداره واحد ونصف. وبالطبع وجود الجرافيتينو سيكون بالغ الأثر على مشكلة النهايات. وتأثير الجرافيتينو يسمى عادة «الجاذبية الفائقة». وخلال حقبة الثمانينات بدأ التناظر الفائق يمهد الطريق لظهور نظرية متناسقة عن الجاذبية فى إطار ميكانيكا الكم. ولكن اكتشف أن هذه النظرية تفشل أيضا مع زيادة عدد اللانهائيات.

حاليًا يطرح العلماء أسلوبًا جديدًا لحل المشكلة يرتكز على بحث إمكانية توحيد قوة الجاذبية مع قوى الطبيعة الأخرى فى نظرية متناسقة رياضيًا إذا ما اعترف «بوجود أبعاد إضافية للكون».

وفيما يلى سوف نتناول قصة وجود الأبعاد الأخرى للكون.

وقصة وجود أبعاد أكثر من ثلاثة للكون لها تاريخ طويل. فبعد طرح النظرية النسبية العامة بوقت طويل لم يكن معروفًا سوى قوتين فقط فى الطبيعة هما الجاذبية والكهرومغناطيسية، واستطاع العالم الألمانى «تيودور كالوزا» وصف القوة الكهرومغناطيسية بطريقة هندسية. وبيّن أن المجال الكهرومغناطيسى يمكن النظر إليه كالتواء فى الفضاء. ولكن ليس الفضاء العادى ثلاثى الأبعاد الذى تدركه أحاسيسنا، بل فضاء ذو بعد رابع، لسبب ما لا ندركه. ولو صح ذلك، لأمكننا تصور الموجات الكهرومغناطيسية والضوئية كاهتزازات فى البعد الرابع للفضاء. ولو أننا أعدنا صياغة نظرية الجاذبية لأينشتين ذات الأبعاد الأربعة لنضم هذا البعد الرابع ليصبح المجموع خمسة أبعاد. وعلى ذلك فإن الجاذبية والكهرومغناطيسية منظورًا إليهما من البعد الرابع، سيكونان أشبه بجاذبية ذات خمسة أبعاد. بعد ذلك تمكن العالم السويدى «أوسكار كلاين» أن يبين لماذا لا يمكننا إدراك البعد الرابع للفضاء. وتوصل إلى أن البعد الرابع للفضاء «مطوى» بصورة ما فلا نشعر به، بالضبط كما تظهر لنا أنبوبة على البعد كخيط وحيد البعد على الرغم من أنها فى الحقيقة أسطوانية الشكل.

وقد حازت نظرية كالوزا – كلاين شيئا من الفضول العلمى لعدة عقود. ومع اكتشاف القوتين النوويتين الضعيفة والقوية عادت فكرة وجود أبعاد إضافية للكون. فى هذه النظرية الجديدة أعطيت كل قوى الطبيعة منشأ هندسيا بغرض تعميم نظرية كالوزا – كلاين، والسبب فى ذلك هو أن القوة الكهرومغناطيسية تحتاج لبعد واحد إضافى لاحتوائها فى ذلك التصور. بينما احتاجت كل من القوتين الآخرين لعدد من الأبعاد أكثر بسبب تعقدهما. ووجد أننا نحتاج ما يقرب من عشرة أبعاد كونية إضافية لاحتواء كافة الخصائص للقوى الأربعة بالإضافة للبعد الزمنى.

وتسبب هذا التزايد فى الأبعاد الكونية فى صعوبة المسألة، فمن المهم أن نتصور شكلا من الطى لتبرير عدم إدراكنا لها. وهناك طرق متعددة لذلك، فبعدان فضائيان مثلا يمكن تجميعهما فى كرة أو حلقة أسطوانية. ومع المزيد من الأبعاد تزداد الإمكانيات وتزداد صعوبة التصور.

وقد وجد أن الجاذبية الفائقة تتناسب مع هذه الفكرة، فأبسط صياغة رياضية لها تضمنت أحد عشرة بعدا. بمعنى أن التناظرات العديدة فى الأبعاد الأربعة اختصرت جميعها لتناظر طبيعى وحيد وبسيط فى رياضيات الأبعاد الأحد عشر. وعلى ذلك يستطيع المرء أن يصل إلى تناظر ذى أحد عشر بعدا إذا بدأ من النسبية العامة ووصفها للقوى كانحناء فى الزمكان (الزمن والمكان)، أو بدأ من النظرية الكمية وتصويرها بمفهوم الجسيمات الوسيطة.

إن مكمن الصعوبة فى أية محاولة لتوحيد قوى الطبيعة مازال هو شبح اللانهائيات الذى يهدد بتدمير القوة التنبئية لأية نظرية. وترجع

محاولات معاملة الإلكترون ككرة نقطية هندسية إلى بداية القرن العشرين، إلا أن هذه الأفكار لم تقبل لعدم اتساقها مع النسبية. أما وجه الجدية فى الأفكار الحديثة فهى أن الجسيمات مدت فى الفضاء فى بعد واحد فقط فهى ليست نقاطا هندسية، ولا تكون من المادة، بل هى أوتارا ذات قطر متناه فى الصغر. وينظر لهذه الأوتار على أنها اللبنات الأساسية للكون وتتشابه مع الجسيمات فى قدراتها على الحركة ولكنها تحوز درجة من حرية أوسع وبإمكانها أن تتلوى. ومنذ وضع هذه النظرية فى السبعينات واجهت صعوبات بالغة فقد بينت الحسابات أن تلك الأوتار تتحرك أسرع من الضوء وهو ما تحرمه النظرية النسبية. ولذلك بدت هذه النظرية محكوما عليها بالفشل، أما ما حفظ على النظرية بقاؤها فكان احتوائها على التناظر الفائق. ثم برزت صعوبة أخرى فالصياغة النظرية لهذه الأوتار بدا أنها تحتوى على جسم ليس له محل فى الأسرة المعروفة من الجسيمات ذى برم قيمته اثنان وكتلته صفرية ومن ثم فله سرعة الضوء. ولم يكن هذا الجسم معروفا فى العمليات النووية. هذا الجسم غير المتوقع معروف جيدا تحت اسم «جرافيتون»، وسريعا تتطورت نظرية الأوتار إلى نظرية جاذبية، وحين مزجت بأفكار التناظر الفائق اقترحت فكرة جديدة وهى «الأوتار الفائقة». وأصبح واضحا على الفور أن الأوتار الفائقة لها خواص تعد بمحو كل اللانهائيات التى صاحبت نظريات الجسيمات التقليدية. فعند مقادير الطاقة الدنيا تتجول الأوتار كما لو أنها جسيمات عادية، وتتقمص كافة الخصائص التى وصفتها النظريات التقليدية لعقود

خلت. ومع ارتفاع قيم الطاقة بما يسمح بظهور شأن للقوة الجاذبية، تبدأ الأوتار في التمعج، وبالتالى تغير من السلوك عند الطاقات العاليـة بصـورة جذرية وبطريقة تمحو أى تواجد للانهايات.

وفى إحدى صياغات النظريـة تتكـون الأوتـار مـن عشـرة أبعـاد وفـى صياغة أخرى تطلب الأمر ستة وعشرين بعدا. وتضمنـت نظريـة الأبعـاد العشرة البرم بدون مشاكل، كما هـو الوضـع فـى نظريـة كـالوزا - كلايـن حيث كبست الأبعاد الإضافية إلى حجم غاية فى الضآلـة. ورغـم أن هـذه الأبعاد الإضافية غير قابلة للرؤية مباشرة، إلا أنه من المغرى أن يفكر المرء أن كان بإمكانه الإحساس بأثرها بصورة أو بـأخرى. ولذلـك يربـط علمـاء فيزياء الكم بين المسافة والطاقة. فلكى تسير غور المسافة لجزء مـن بليـون بليون جزء من قطر نواة الـذرة، نحتـاج إلى طاقـة أعلـى مـن طاقـة النـواة بنفس النسبة. وليس من مكان يتصور أن يتواجد فى طاقة بـهذا المسـتوى سوى فى الانفجار الأعظم عند نقطة بداية الكون. ومن الاحتمالات المثيرة أن تكون كافة أبعاد الفضاء فى البداية على قدم المساواة وأن قاطنى الكون البدائى من جسيمات أوليـة قـد عايشـت تلـك الأبعـاد المتعـددة. وحـدث التطور بعد ذلك، ثلاثة من تلـك الأبعـاد ابتلعـت سـريعا خـلال التضخـم لتكوين الكون الحالى، بينما توارت الأبعاد الأخرى عن الأنظار تعـبر عـن وجودها ليس كفضاء ولكن كخواص كامنة فى الجسيمات والقـوى. وتظـل الجاذبية إذن القوة الوحيدة المصاحبة لهندسة الفضاء والزمن كمـا تتصـور الآن تماما، ولكن كل هذه القوى والجسيمات ذات أصل هندسى.

وما زال الوقت مبكرا لمعرفة ما إذا كانت نظرية الأوتار الفائقة بمقدورها أن تعيد صياغة الفيزياء كما نعرفها الآن. وفى نفس الوقت تتلاشى اللانهائيات التى تعيق نظريات التوحيد الأخرى. وتتضمن نظريات التوحيد الكبرى اندماج القوى المختلفة فى هوية واحدة. كما أنها تتضمن توحيد الصور المختلفة من المادة فى هوية واحدة. والجسيمات المعتادة تقع فى مجموعتين، الإلكترونات والكواركات. والتمييز الجوهرى بينهما هو أن الكواركات فقط هى التى تستجيب للقوة النووية الشديدة المحمولة بواسطة الجلونات. بينما تحمل القوة الكهروضعيفة النوعين. ولكن القوة الموحدة العظمى تفشل بحكم طبيعتها فى التمييز بين الكواركات واللبتونات، حيث أن ذلك يتطلب خواص من كلتا القوتين.

وتفترض الحسابات أن القوة الموحدة العظمى محمولة بواسطة جسيم وسيط أعطى اسما كوديا « X » يملك كتلة هائلة يقدر بجزء من مليون جزء من الجرام، وهى هائلة لأنها أثقل من البروتون بمليون بليون (١٠ ^١٥^) مرة. وبفضل مبدأ عدم اليقين فى النظرية الكمية، فإن هذا الجسم لا يظل إلا لفترة وجيزة جدا. فهذا الجسم الشبحى يمكنه الظهور الفجائى، حتى بداخل البروتون، ولكنه لا يظل إلا لفترة ١٠ ^-٣٥^ ثانية تقريبا. ولذا لا ينتقل إلا لمسافة ١٠ ^-٢٥^ من السنتيمتر، وإلى جزء من تريليون جزء من قطر البروتون قبل أن يعيد الطاقة التى أقترضها من الفراغ التقديرى. ولما كان البروتون يحتوى على ثلاثة كواركات، فإنه من غير المتصور أن يتلاقى أى منها مع الآخر فى تلك الفترة الوجيزة، إلا أن الاحتمال غاية فى الضآلة بأن يقترب كواركان لتلك المسافة الضئيلة. وإذا

حدث ذلك الاحتمال فإنه يمكن تبادل جسيم « × » بينهما وهى عملية ذات أثر خطر عظيم. فالكواركان المتفاعلان معا سيتحولان إلى كواركين ضديدين بالإضافة إلى بوزيترون. وحين يتم هذا التحول داخل البروتون، فإن البوزيترون يلفظ بينما يتحول الكوارك الثالث مع الكواركين الضديدين إلى جسيم يسمى بيون. وبعد جزء من ثانية يتحول البيون ذاته إلى البروتون وينبعث إلكترون. ولقاء الإلكترون بالبوزيترون يعنى أن المادة بأسرها غير مستقرة ولن تدوم إلى الأبد. فنظريات التوحيد العظمى كما تقدم آلية ظهور المادة تقدم أيضا آلية فنائها.

وعلى الرغم من عدم ملاحظة انحلال البروتون بصورة مباشرة فإن أغلب الفيزيائيين يعتقدون أن قوى الطبيعة لها بالفعل أصل مشترك وقد تركزت كل هذه المجهودات فى العشرة سنوات الماضية فى اتجاه التوحيد. ويتم حاليا بناء أضخم معجل للتصادم الهيدرونى فى مركز أبحاث الطاقات العالية بمدينة سيرن بالقرب من جينيف بسويسرا ويتوقع الخبراء أن ينتهى هذا العمل فى ديسمبر عام ٢٠٠٥م. ومن المنتظر أن يساهم هذا المعجل فى دراسة عمليات الاضمحلال البروتونى.ويقترح العلماء أنه يوما ما سوف نتعلم كيف ننفتح على الأبعاد الأخرى للكون وليكن البعد الخامس وذلك بالسفر خلاله ثم طوية ثانية.

وقد يعطينا هذا البعد إمكانية السفر بسرعة أكبر من سرعة الضوء المعروفة فى الأبعاد الزمكانية الأربعة التقليدية. فمن خلال الأبعاد الإضافية يمكن للمرء أن يعيد حركة الدوران بين الفراغ التقليدى. عندئذ، سيمكن تحويل الوزن الكتلى للفرد أو سفينة فضاء محملة بالمسافرين إلى

الإفناء الكتلى المكافئ وهـذا يحـدث عنـد الحركـة بسـرعة الضـوء. وعنـد انتهاء الرحلة تتحول الأجسام إلى وضعها الطبيعـى. بـالطبع هـذا التصـور يبقى من ملكوت الخيال العلمى إلا أن علماء الفيزياء لديهم الكثير والمثـير نحو اكتشاف البعد الخامس أو السادس أو حتى البعـد السـابع. والشـىء المهم فى كل ذلك هـو إننـا بـالفعل وصلنـا إلى حافـة البدايـة نحـو وضـع الأسس الحقيقية لنظرية كل شىء. ومازال الإنسان بالعقل والذكاء يحـاول اكتشاف أعاجيب الكون.

فيزياء ما وراء المستقبل : الحقيقة والخيال

خلال القرن العشرين ، حقق الإنسان بعض من أحلامه التكنولوجية الجديرة بالاهتمام . ففى العقود القليلة الماضية استطاع تطوير الفيزياء الحديثة وفهم ميكانيكا الأجسام ما دون الذرة وأمكن تفجير الطاقات الكامنة داخل نوى الذرات وتصنيع المفاعلات النووية وتوليد الطاقة الكهربية وصناعة البصريات الدقيقة وتشييد الأقمار الصناعية وتطوير نظم الإرسال التليفزيونى ليغطى جميع أنحاء الأرض وابتكر أجهزة الليزر وأشعتها المميزة التى تستخدم فى شتى المجالات المدنية والعسكرية وكذلك تطوير تكنولوجيا المواد وصناعة الحاسبات الشخصية والألياف البصرية التى أدت إلى ثورة المعلومات ، كل ذلك عمل على تغير نمط الحياة العصرية للإنسان .

وفى الوقت الحالى ، يقال أننا أصبحنا وسط تحول فى نمط التفكير العلمى الذى لا يمثل سوى جزء من الحقيقة ، خاصة بعد أن أدرك كثيرون أن مفاهيم غريبة تحدث من حولنا متحدية لإدراكنا البشرى مثل فكرة وجود الثقوب السوداء وتمدد الكون وخطوط الكم الشبحية. ونظريات الفوضى والحاسبات الذكية . فكلما اقتربنا من نهاية القرن العشرين زاد تحرر العلم من أغلال فكرية ظلت تكبله فى القرون الثلاثة الماضية . هذه الأغلال أطلق

عليها العلماء (الميكانيكية) . وطبقا لهذا النمط الفكرى تصور العلماء الكون كآلة هائلة منضبطة فى أجزائها تدور بلا انقطاع أو هدف . وبالطبع جذور هذا النمط الفكرى تمتد إلى القدماء الإغريق، إلا أن جذوره الحديثة تعود إلى العالم الإنجليزى (إسحاق نيوتن) الذى صاغ قوانين الميكانيكا الشهيرة ، وفتح الباب أمام الادعاء بأن كافة النظم الفيزيائية يمكن النظر إليها كجزء من النظام الميكانيكي . والجدير بالذكر أننا دخلنا القرن العشرين بهذا النمط الفكرى . إلا أن الحركة تجاه ما بعد المادية كنمط فكرى مناسب للقرن الحادى والعشرين القادم يتم على نطاق واسع خاصة فى علم الكونيات وكيمياء الأنظمة ذاتية التنظيم ومفهوم الفوضى وميكانيكا الكم وفيزياء الجسيمات الأولية والمواد الجديدة ونظم المعلومات وكذلك المنطقة المشتركة بين البيولوجيا والفيزياء .

وجرت العادة على تعريف المادة بأنها : كل ما يشغل فراغ ، ويمكن إدراكه مباشرة بالحواس أو بواسطة القياس . ولإدراك المادة سواء بالحواس أو القياس فإنه يلزم أداء حركة لإتمام الحس أو إجراء القياس . والحركة هى التعبير المباشر عن تواجد الزمن . لذلك يمكننا القول بأن (الفراغ - الزمن) هما الإطار الحاوى للمادة وحركتها . إن فكرة الجسيم هى أبسط فكرة تقليدية لدراسة ديناميكا حركة المادة .

ومن هنا لابد من تعريف الفراغ والزمن . الفراغ هو الامتداد اللامحدود للاشىء . إن امتداد المادة أى ما تشغله من حيز فى

الفراغ يعطى لنا مفهوم الفراغ . ولا يمكن اعتبار مادة دون فراغ يحتويها ، فهل يمكن اعتبار فراغ دون مادة فيه أم إنه اللاشىء أو العدم ؟ أحيانًا يوصف الفراغ بأنه نسيج متصل إن نعت الفراغ بكلمة نسيج أو متصل يعطى له صفة قد لا يمتلكها .

إن مفهوم الزمن هو صدى الحركة ، والصعوبة تكمن فى التعريف به وإدراك مكنونه وماهيته . إن استمرار الآنية حقيقة (الآنية هى الفترة الزمنية بين قراءة الساعة (الآن) والقراءة التى تليها عندما تؤول هذه الفترة بين القراءتين إلى فترة متناهية فى الصغر) ، فهل الحركة تجد حريتها فى رحاب اتساع استمرارية وجود تلك الآنية فتعطى لنا مفهوم تواجد الزمن كما أعطت لنا المادة وامتدادها مفهوم الفراغ ؟ لا يمكن اعتبار حركة دون زمن يحتويها ، فهل يمكن اعتبار زمن دون حركة فيه ؟ أم أنه اللاشىء . إن تعبير الآنية يعكس مفهوم تواجد الزمن ويلغى صفة الاتجاهية فيهن لأن التواجد لا يلزمه بالحتم الاتجاه . ومن ثم لا يلزمه صفة المرور ويصبح انعكاس مرور الزمن ليس محل فى الطبيعة وليس لدينا شواهد عليه ، بل قد يكون منطقنا لا يقبله . إن التواجد المستمر حقيقة مؤكدة وإن كان صدى التعبير المألوف الدارج : مرور الزمن يجد قبولا ويسهل من خلاله تصور الزمن وترتيب تتابع الحوادث فيه .

هل يمكننا القول أن الفراغ والزمن هما انعكاس وصدى المادة وحركتها ومن ثم القول أن (الفراغ – الزمن) و (المادة وحركتها) هما وجهان لحقيقة واحدة .

أما مبدأ (ثبات سرعة الضوء) وما تسببه من الحيرة والارتباك وخطأ التوجيه ! فإنه إذا كان الضوء لونًا واحدًا فقط ، فإن ثبات سرعة الضوء بين مجموعات الرصد يلزم له سحر ! أما إذا كان للضوء ألوان مختلفة كما هو فى الواقع فإن ثبات سرعته على حساب لونه يجعل الموقف يفقد إثارته حيث هناك حل فى إطار ما يسمى نسبية جاليليو للربط بين ثبات سرعة الضوء ولونه . ومن ثم يكون الانتقال من المنطقة المرئية إلى المنطقة غير المرئية للضوء . ويعمم الموقف أكثر لدراسة اختلاف الطاقة ومستوياتها تعميما لاختلاف الضوء ومن هنا لابد أن نتحدث عن مبدأ (ثبات الطاقة) .

لقد كان هدف الإنسان ماثلا فى رؤوس فلاسفته وعلمائه فى كل عصر هو تتبع الأسباب واختزال عناصر ولبنات هذا الكون وصولا إلى وحدانية ناموس طبيعى مسيطر ، فكان عنصر الإثارة الذى قدمته فروض (النسبية الخاصة) فى تقنين مبدأ (تكافؤ الكتلة بالطاقة) فهاهى المادة تكافئ طاقاتها وكلاهما تعبير عن القصور الذى هو بدوره تجسيد لإيجابية إطار (الفراغ - الزمن) ونرى أن مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة يمتد لينسحب على مبدأ تكافؤ الفراغ بالزمن ، ليشكلا كونا ذا أربعة أبعاد ومن هذا المنطلق وجدت النسبية الخاصة قبولا باعتبارها خطوة إيجابية فى طريق تتابع الأسباب وصولا إلى وحدانية الناموس الطبيعى .

عند دراسة الكهرباء والمغناطيسية على سبيل المثال فإننا نبدأ بتعريف ما يسمى بخطوط القوى الكهربية وخطوط القوى

المغناطيسية : فيقال عنها أنها خطوط وهمية وأن الصفة السائدة عن الكهرباء والمغناطيسية أنها لا تحس ولا ترى . وبعد أن استقرت تلك التعريفات بدأ الحديث عن خاصية النفاذية والسماحية للإثير ليصبح الأمر أكثر تجريدا . وظل الوضع إلى أن جاء العالم الاسكتلندى (ماكسويل) الذى وضع معادلات المجال الكهرومغناطيسى لاحتواء ظاهرتى الكهرباء والمغناطيسية فى إطار واحد . ولقد أمكن التحقق المعملى لهذه القوانين وتبين أن انتشار الكهرباء والمغناطيسية يكون على هيئة موجات . وأن الإثير هو حاملها وأن سرعة انتشار تلك الموجات تتحدد بخواص هذا الوسط الحامل نفاذيته وسماحيته . إن الضوء عبارة عن انتشار لهذه الموجات وجاءت النظرية النسبية الخاصة وتخلصت من فكرة الإثير لكنها للحيرة جعلت مدخلها خواص وقوانين المجال الكهرومغناطيسى .

لقد وصف العالم الفيزيائى (جوزيف فورد) المنطق الميكانيكى المادى بأنه أحد الأساطير القاعدية : فالعلم الكلاسيكى ، وبالطبع الأسطورة ليست تمثيلا حرفيا للحقيقة . فهل لنا أن نتصور ما حدث من تقدم علمى على مدى القرون الثلاثة الماضية كان على أساس خاطئ لحقيقة الطبيعة ؟ بالطبع لا . إنه ليس انعكاس للتصور . وتصوير الحقيقة له وجاهته طبقا للظروف بالضبط كما أن الأسطورة تحمل بعضا من التصورات المزعومة التى لها فائدتها فى ظروف ما . ولذلك لعب المنطق الميكانيكى دورا بالغ النجاح ولدى العلماء القناعة لإعطائه صفة الحقيقة القاطعة .

وخلال القرن العشرين عرف العلماء مدى حدودية هذا النمط الفكرى وأدركوا أنه يوجد الكثير خلاف التروس والعجلات كمكونات لهذا العالم ولابد أن تستكشف هذه المتغيرات الفكرية المثيرة والمتحدية مثل موت المادة وطبيعة الحقيقة العلمية وما وراء المنطق وكذلك مفهوم الفوضى وتتحرر المادة وتصور ما لا يمكن رؤيته وكذلك تمدد الكون وموته ومعنى الزمن والوعى وأصلب مادة والمادة المضادة والأشلاء الكونية وأعاجيب فيزياء الكم وما وراء المستقبل .

ويتأمل الإنسان الكون من حوله يحاول أن يعرف معنى للحياة ، ولذلك نجده يعزى ما يحدث فى دنيا الكائنات الحية إلى الطبيعة ككل . وفكرة كون المادة عنصرا من الحياة بدلا من كونها شيئا أصم تدافعه القوى العمياء يرجع إلى شىء كامن فى تكويننا . على سبيل المثال نرى فى قصص الخيال العلمى كيف يتقبل الأطفال قصصا تشخص فيها الجوامد مثل السيارات والقطارات والجبال والسحب ككائنات حية ذات شخصيات ومشاعر . وكذلك نرى فى بعض القصص القديمة ما ذهب إليه أرسطو بأن الكون بأسره يماثل كائنا حيا ويتجه نحو هدف كونى معين . هذا المذهب يعرف (بالغائية) Teleology . ومع تطور العلم الحديث استبدل هذا بمفهوم الساعة الكونية .

وليس من موضوع يتعارض مع هذا النمط من التفكير أكثر من سر الحياة . فمن وجهة النظر الآلية الصرفة ، فإن الكائنات الحية ليس إلا آلات وأن كانت آلات مذهلة التعقيد . كما نظر

لتطور الحياة ذاتها بنفس المنطق كصورة من صور الآلية . والجدير بالذكر أن يقبل العلماء البيولوجيين ذلك ، وأنه ما دبت الحياة فى أى كائن حتى يصبح التغيير الجينى العشوائى والانتخاب الطبيعى كفيلين وحدهما بالوصول به إلى كافة الصور الذى صار عليه . أما فيما يختص بأصل الحياة فالمشكلة أعقد ومن المفروض أن احتمال العمليات الفيزيائية الدقيقة التى أدت إلى ظهور أول كائن حى ضئيل للغاية أنها حقا محاطة بالأسرار . ومن هذا المنظور تكون الحياة مقصورة على الأرض حيث من غير المحتمل أن تكون الحياة قد تكررت فى أماكن أخرى .

وعلى النقيض من هذه الفلسفة ، تذهب الآراء الحديثة إلى الاعتراف بالقدرة الخلاقة والمتطورة لأغلب العمليات الفيزيائية . فالحدود الفاصلة بين ما هو حى وما هو غير حى لا يمكن أن تكون قاطعة . وأصل الحياة ليس إلا خطوة فى طريق تطور المادة نحو التعقيد والإغراق فى التنظيم .

ولو كان للطاقة والمادة خاصية التنظيم الذاتى ، فإن الاحتمال يكون قائما على الدوام لتكرار ظاهرة الحياة مرات ومرات طالما توافرت الظروف الملائمة . وفى هذه الحالة يمكننا تصور حياة فى الكواكب الأخرى وقد يكون منها صور عاقلة .

ومن المعروف أن تطور علوم وتكنولوجيا الفضاء مكن الإنسان من وضع أول خطة منهجية بدائية للبحث عن الحياة خارج الأرض . والجدير بالذكر ما بثته وكالات الأنباء العالمية مؤخرا أن العلماء قد

نجحوا فى الكشف عن مجموعة شمسية غير المجموعة الشمسية التى توجد بها الأرض على بعد ٤٤ سنة ضوئية منها . وقد عثروا على ثلاثة كواكب تدور حول النجم المسمى (ابسيلون أندروميد) ظروف بعضها المناخية قريبة من ظروف كوكب الأرض . مما يشير إلى احتمال وجود شكل من أشكال الحياة عليها فى أماكن أخرى من الكون .

وببساطة يمكن التعرف على الحياة حين تلتقى بها على الأرض ، فالناس وباقى الحيوانات والنباتات والفطريات والميكروبات هى كائنات حية بلا جدال . إن الخصائص المتعارف عليها للحياة هى القدرة على التكاثر والاستجابة للمؤثرات الخارجية والنمو . والمشكلة أن كثيرا من النظم غير الحية تشترك مع النظم الحية فى بعض الخصائص على سبيل المثال النيران تتكاثر والبلورات تنمو وتتكاثر والفقاقيع تتراجع حين تقترب منها مستجيبة للمؤثرات الخارجية .

لقد تجاوز العلماء مفهوم الكيمياء الغريبة فى تفسير أصل الحياة اقترحوا فكرة وجود حياة فى مكان ما مؤسسة ليس على الكيمياء بأسرها بل على عملية من عمليات الفيزياء المعقدة . والمثال الواضح هو ما قدمه العالم (فريد هويل) فى قصته للخيال العلمى (السحابة السوداء) ، فقد تصور فى هذه القصة سحابة ضخمة رقيقة من غاز ينبعث من نجم وتمثل كائنا مفكرا هادفا وتتحرك بين النجوم وتتغذى على الطاقات المتاحة . وفى السنوات

الماضية أسس (هويل) نظرية مفصلة مبنية على هذه الفكرة ومؤداها أن الحبيبات المجهرية التى تكون المادة فى مثل تلك السحب هى فى الحقيقة بكتيريا متحوصلة داخل أغلفة واقية . وقد ذهب العالم السويدى (سفانت أرثنيوس) إلى أن الحياة قد تكون منتشرة خلال المجرة على شكل كائنات مجهرية محمولة على ذرات غبارية وتتحرك بدفع أشعة الضوء . وبذلك فإن أعداد هائلة من هذه الكائنات المجهرية مختلفة الأنواع تغزو الفضاء ومستعدة لاكتساح أى جسم مناسب ككوكب أو مذنب . وهذا قد يفسر كيف بدأت الحياة على الأرض بهذه السرعة بعد تكوينها وما يتضمنه ذلك من أن كواكب أخرى قد تكون قد غزيت بالحياة بمثل هذه السرعة مثل كوكب المريخ .

ورغم أن اكتشاف أصغر ميكروب فضائى قد يغير تماما من نظرة البشر للكون ، فإن العجب الحقيقى يحيط بنا بإمكانية وجود أشكال أخرى للحياة العاقلة ومجتمعات غريبة متقدمة تكنولوجيا . وقد سار كتاب الخيال العلمى طويلا وراء هذه الشاطحات وسايرهم كثير من العلماء . فقد بلغ بهم الحماس للاتصال بالمخلوقات الفضائية . وبعض الفلكيين اتخذ بعض الخطوات الفعلية من أجل استقبال الإشارات الكونية لهذه المخلوقات . وقد بينت النتائج من الإشارات المستقبلية من النظم النجمية القريبة عدم وجود ما يمكن اعتباره إشارة لحضارة عاقلة . ويتطلب تحقيق قدر معقول من النجاح إلى مجهودات أكثر طموحا وشمولية .

كل ذلك دفع العالم الفيزيائى (جون هويلز) فى دراسته للبحث عن الروابط بين المعلومات وفيزياء الكم إلى الاقتناع بأن (العالم لا يمكن أن يكون آلة هائلة يحكمها قانون فيزيائى مفروض سلفا) ، بل الأكثر دقة هو أن نفكر فى الكون الفيزيائى كنظام مهول من نظم معالجة المعلومات لم تحدد مخرجاته بعد . وعمليات العلم ما هى إلا عمليات استجواب الطبيعة . فكل تجربة قياس وكل ملاحظة يستخلص منها رد من الطبيعة على هيئة وحدات من المعلومات . وطبقا لهذه الآراء يمكننا القول بأن الحياة الذكية سوف تنتشر من كوكب ما (ربما الأرض) وتتسع فى سيطرتها ببطء ولكن بثقة ليس فقط على النظام الشمسى أو المجرة بل على الكون بأسره .

إن صورة العالم من منظور العلم الحديث باتت معه الحقيقة أغرب من الخيال ، فلم يعد الزمن كما ألفناه ولا المكان الذى عاهدناه وانهارت الحواجز الوهمية بين التناقضات . ولابد أن يخلق الفكر الإنسانى من البديهيات والمسلمات تجعله ينظر للعالم بعين جديدة حتى يكون مؤهلا للتعامل مع المستقبل ومفاجأته حتى لو كان من وحى الخيال .

الفصل الثانى

الجديد فى علوم المواد

- الآفاق العلمية للبلـورات السائلة
- المـواد الرخـوة
- الآفاق العلمية للكربون الجزيئى

الآفاق العلمية والتكنولوجية للبلورات السائلة

نعرف الآن ، أن المادة على الرغم من كونها تبدو متجانسة ظاهريا إلا أنها تتألف من تراكيب دقيقة لا يمكن مشاهدتها بصورة مباشرة ، حيث أنها تتكون من ذرات وجزيئات .

والجدير بالذكر ، أن ذرات المادة تستقر في حالة اتزان داخلها تحت تأثير قوى بينية كبيرة بعضها جاذب والآخر طارد . وتتوقف هذه القوى وشدتها على نوع المادة المعينة . والقوى الجاذبة فى المادة تنقسم إلى ثلاثة أنواع هى :

(أ) قوة كولومية : تعتمد على التجاذب الكهربائى بين الشحنات المختلفة الإشارة ، كما يحدث فى حالة البلورات الأيونية مثل كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) .

(ب) قوى فان درفال : وتحدث نتيجة دوران الإلكترونات فى مداراتها حول نواة الذرة . ويتسبب عن ذلك ما يسمى بثنائى القطب الكهربائى ، وهذا يتجاذبها مع بعضها فى الذرات المتجاورة ، تحدث ما يطلق عليه بقوى فان درفال . وهى غالبا قوى ضعيفة كما هو الحال فى الشمع ، وذلك بسبب انخفاض نقطة انصهاره .

(جـ) قـوى التبـادل : وتنشـأ عندمـا يحـدث اتحـاد كيميـائى ينتقـل فيـه الإلكـترون مـن الـذرة إلى ذرة مجـاورة . هـذا الانتقـال يتسبب فى تلاصق الذرتين بقوة كبيرة .

أما القوى الطاردة فى المادة فتنتج بسبب التنافر بين الشحنات السالبة (الإلكترونات) المحيطة بكل ذرة التى يصبح تأثيرها كبيرا جدا ، عندما تقترب الذرات من بعضها بدرجة كبيرة تحت تأثير القوى الجاذبة سالفة الذكر .

ومن أهم الدروس التى يتعلمها المرء أثناء مراحل التعليم الأولى ، هو أن المادة تتواجد فى ثلاثة حالات مختلفة هى : الحالات الصلبة والسائلة والغازية . وهذا ليس حقيقى كلية ، حيث وجد أن المادة قد تتواجد فى أطوار بينية أخرى تجعلها بين الحالة الصلبة والسائلة وتسمى فيها المادة (بالبلورات السائلة) (Liquid Crystals) . وحاليا ، ترتبط الأفكار عن المواد المختلفة فى حالتها البلورية السائلة عندما نستعمل الساعات الرقمية أو شاشات الكمبيوتر أو الترمومترات الرقمية المستخدمة فى قياس درجات الحرارة . إلا أن هذه المواد أصبحت الآن أكثر شيوعا ، فهى تشمل معظم النظم البيولوجية متضمنة حتى أنفسنا ، فنرى أن خلايا الأغشية (Cell Membrane) ما هى إلا تأثير للمواد فى حالتها البلورية السائلة التى لها خواص ميكانيكية وكهربائية غير عادية .

وحاليا ، تتعدى تطبيقات مواد البلورات السائلة كافة المجالات المدنية والعسكرية ، وتهتم الدول المتقدمة بتطوير مجال البحوث لهذه المواد التى يتوقع الخبراء أن تكون العهد الجديد للتكنولوجيا فى القرن الحادى والعشرين .

ونظرا لأهمية هذا الموضوع ، فيما يلى سوف نلقى الضوء على الآفاق العلمية والتكنولوجية ، وكذلك الخصائص الفيزيائية للبلورات السائلة .

وقبل أن نتناول قصة اكتشاف المواد وهى فى حالاتها البلورية السائلة ، دعنا نتحدث أولا بشىء من التفصيل عن أحوال المادة . فعادة وكما ذكرنا سلفا تتواجد المادة فى أشكال ثلاثة هى الحالة الصلبة والحالة السائلة والحالة الغازية . وتتوقف حالة المادة على كيفية ارتباط جزيئاتها ببعضها وعلى مقدار البينية بين هذه الجزيئات .

١ - الحالة الصلبة للأجسام :

وفيها تكون الجزيئات قريبة من بعضها وتكون قوى التجاذب بين الجزيئات كبيرة جدا . وهذه القوى هى التى تحفظ للجسم الصلب شكله . ويتحرك كل جزىء حركة تذبذبية حول موضع توازنه وتزداد سعتها الحركية بازدياد درجة الحرارة . وعندما تصل درجة الحرارة لنقطة الانصهار تكون الذبذبات من العنف بمكان حتى أنها تتغلب على قوى التجاذب . فيتحطم الشكل

الصلب للجسم متحولا إلى سائل . وتمثل الحرارة الكامنة للانصهار الطاقة الحرارية اللازمة لتحطيم الشكل الصلب للجسم .

٢ ـ الحالة السائلة للمادة :

فى هذه الحالة تتحرك الجزئيات بحرية أكبر من الحالة الصلبة ، وإن كانت قوة التجاذب بينها لا تزال من القوة بحيث تجمعها جميعا فى حجم ثابت . وتغادر السوائل عند سطحه بعض الجزيئات ذات الطاقة الكبيرة ويعرف ذلك بالبخر .

٣ ـ الحالة الغازية للمادة :

فى هذه الحالة ، لا تشغل جزيئات الغاز أماكن ثابتة ، فهى حرة الحركة فى أى مكان . ولذلك ، فإننا نجد الغاز يشغل دائما حجم الإناء الموضوع فيه . ونتيجة لبعد الجزيئات عن بعضها يسهل ضغطه إلى حالة السوائل والأجسام الصلبة . والآن ، دعنا نستعرض بعض من خواص المادة وهى فى الحالة الصلبة .

تتميز الأجسام الصلبة بالمرونة ، فإذا أثرنا بقوة على جسم ما ، ونتج عنها تغير فى أبعاده أو فى شكله يقال أن الجسم تام المرونة إذا عاد الجسم إلى سابق شكله وأبعاده تماما بعد إزالة القوة . وتعود خاصية المرونة فى الأجسام إلى القوة البينية الكبيرة بين الذرات المكون لها .

وتنقسم الأجسام الصلبة إلى نوعين هما :

(أ) مـواد صلبـة بلوريـــة Crystalline : وهـــى التـــى تـــترتب ذراتـها بانتظـام علـى شـــكل خلايـا تتكـرر فـى الاتجاهـات المختلفـة لتكـون الجسـم .

(ب) مـواد صلبـة غـير بلوريـة (أمورفيـة) Amorphous : مثـل الزجـاج الـذى يعتـبر فـى معظـم الأحـوال كأنـه سـائل فـائق التـبريد .

وفيمـا يلـى سـوف نلقـى الضـوء علـى أنـواع التبلـور فـى الجوامـد ، والتى حـددت بـأربع أنـواع هـى :

١ - البلـورات الأيونيـة : مثـل كلوريـد الصوديـوم .

٢ - البلـورات الجزيئيـة : ويكـون الـترابط بـها بقـوى فـان درفـال .

٣ - البلـورات التسـاهمية : فـى هـذه البلـورات تكـون الكثافـة الكهربائيـة بـين الـذرات المتجـاورة كبـيرة ، كمـا هـو واضـح فـى جزيئـات الكربـون وارتباطـها فـى بلـورات المـاس والجرافيـت .

٤ - البلـورات الفلزيـة : وتكـون قـوى التجـاذب بـين الأيونـات والسـحابة الإلكترونيـة هـى القـوى الأساسـية للـترابط بـين ذرات الفلـز، الـذى يمكـن تصـوره علـى أنـه رصـة يحيـط بـها سـحابة مـن الإلكترونـات تعطـى لهـا خـواص مميـزة مثـل التوصيـل الكـهربائى والحـرارى الجيـد وكذلـك لمعـة السـطح الخـارجى .

وهنـاك تركيبـات بلوريـة عديـدة تـترب فيـها الـذرات بعـدد لا نـهائى مـن النقـط الفراغيـة ، بحيـث تكـون لكـل نقطـة نفـس الجـيران مـن الـذرات المحيطـة بـها . وبذلـك تتكـون شـبكة فراغيـة التى تتميز بعـدد التناسـق وهـو عـدد أقـرب جـيران .

والجديـر بـالذكر ، أنـه عندمـا يبـدأ مصـهور مـا فـى التجمـد ، تثبـت درجـة حرارتـه حتـى يتـم تحويلـه مـن الطـور السـائل إلى الطـور الصلـب مـع خـروج الحـرارة الكامنـة أثنـاء عمليـة التحـول . وتظـهر تلقائيـا وفـى أمـاكن مختلفـة مـن المصـهور نويـات بلوريـة ، تـأخذ فـى النمـو علـى شـكل دندريـت كلمـا ازداد التحـول إلى الطـور الصلـب . ويكـون ذلـك علـى حسـاب السـائل المحيـط . وتسـتمر عمليـة النمـو حتـى يتـم التحـول إلى الطـور الصلـب كـاملا . تسـمى هـذه العمليـة (بالإنمـاء البلـورى) . والدندريـت يـأخذ شـكل أفـرع طويلـة يقـف نموهـا إذا مـا تلامسـت مـع دندريـت آخـر تختلـف فيـه اتجاهـات المسـتويات الذريـة . وبنهايـة التجمـد تكـون أسـطح التلامـس بـين هـذه الدندرينـات حـدودا حبيبيـة Grain Boundaries فـى مـادة متعـددة التبلـور . ويعـرف الحـد الحبيبـى بأنـه سـطح يحتـوى علـى انخلاعـات Dislocations.

وهناك عدة طرق للإنمـاء البلـورى نذكـر منـها مـا يلـى :

- الإنمـاء البلـورى مـن المحـاليل المائيـة .
- الإنمـاء البلـورى مـن المحـاليل الصلبـة .
- الإنمـاء البلـورى عـن طريـق الضغـط والحـرارة .

- طريقة التنمية من المصهور .

- طريقة الصهر النطاقى .

وعادة يمكن الكشف عن التركيب البلورى للمادة بواسطة التداخل للأشعة السينية الكهرومغناطيسية .

وكما هو معروف ، تتميز المواد الصلبة بعامل توصيلها الكهربائى وتنقسم إلى ثلاثة أنواع هى :

(أ) مواد جيدة التوصيل الكهربائى وهى المواد المعدنية مثل النحاس .

(ب) مواد شبه الموصلات مثل كبريتيد الرصاص .

(جـ) مواد رديئة التوصيل أو عازلة كهربائيا مثل الأبونيت .

ويعتمد التوصيل الكهربائى للأجسام الصلبة على وجود حاملات للشحنة تكون حرة ، يمكن لها أن تتحرك تحت تأثير مجال كهربائى خارجى .

كما تتميز المواد الصلبة بالخواص المغناطيسية التى ترتبط بالحركة المدارية والمغزلية للإلكترونات فى ذراتها . وتقاس الخواص المغناطيسية بالقابلية المغناطيسية "Magnetic Susceptibility" لوحدة الحجوم من المادة . وتنقسم المواد الصلبة إلى ثلاثة أنواع هى :

(أ) مواد ديامغناطيسية: تكون قابلية مغناطيسيتها سالبة، أى أنها تتنافر مع الأجزاء القوية من المجال المغناطيسى .

(ب) مواد بارا مغناطيسية : وهى تنجذب للمناطق القوية فى المجال المغناطيسى ، وقابليتها موجبة .

(جـ) مواد فيرومغناطيسية : وهى المواد التى لها قابلية مغناطيسية كبيرة جدا . مثل الحديد والكوبالت والنيكل .

أما بالنسبة للمواد العازلة فتتكون من نويات موجبة التكهرب يحيط بها شحنات سالبة ، بحيث تنطبق مراكز الشحنة الموجبة والسالبة فى كل جزء منها . وعندما تؤثر على هذه المواد بمجال كهربى يحدث لها استقطاب كهربائى ينشأ عنه ثنائيات فى أجزاء المادة المختلفة . وتتأثر عملية الاستقطاب بعامل التهيج الحرارى ، ولذلك فهى تعتمد على درجة الحرارة .

والاستقطابية الاستاتيكية تنقسم إلى ثلاثة أنواع هى : استقطابية إلكترونية وأيونية ومتجهة .

وتتميز العوازل عادة بالخواص الآتية :

أولاً : الخاصية الفيروكهربية "Ferroelectric effect" :

المادة الفيروكهربية هى مادة لها استقطاب ذاتى ويكون لها عزم ثنائى القطب حتى فى غياب المجال الكهربى الخارجى .

ولا توجد ظاهرة الفيروكهربية فى المواد التى لا ينطبق فيها مركزى تماثل الشحنات السالبة والموجبة على بعض ، كما هو الحال فى البلورات الأيونية . أى أن وجود تماثل فى التركيب البلورى شرط ضرورى للحصول على التأثير الفيرو كهربى فى البلورة .

ثانيا : الخاصية الكهروضغطية "Piezoelectric effect" :

يلاحظ ، عندما نؤثر على بلورة ما بإجهاد ميكانيكى تزاح ذراتها من أماكنها . فإذا كان للبلورة مركز تماثل شبيكى ، تكون الإزاحات متماثلة حول مراكز التماثل ، وبالتالى فإن توزيع الشحنات فى البلورة يظل دون تغيير يذكر ويظل عزم ثنائى القطب الكهربى دون تغيير . هذا النوع من البلورات لا تظهر فيه الخاصية الكهروضغطية . أما إذا اعتبرنا بلورات ذات تركيب غير متماثل تترب الأيونات على شكل أزواج تكون ثنائيات قطب ، وعندما نؤثر على هذه الأيونات بإجهاد ميكانيكى يحدث تشويه يسبب الإزاحة النسبية للأيونات .

ثالثا : الخاصية الكهروحرارية "Ferroelectric effect" :

عند تسخين بلورة ما ، تزاح الذرات من أماكنها ويسبب ذلك إزاحة الأيونات وبدرجات نسبية تعتمد على تماثل التركيب البلورى .

وفيما يلى نتناول بعض من الخواص الفيزيائية للسوائل .

أولا : خواص السوائل الساكنة :

(أ) ضغط السائل :

يؤثر ضغط السائل دائما فى اتجاه عمودى على السطح ويتوقف ذلك على ارتفاع السائل وكثافته وعجلة الجاذبية الأرضية .

(ب) قاعدة باسكال :

وتنص على (إذا وقع جزء من سائل متزن فى حيز محدد تحت تأثير ضغط ما ، فإن الضغط ينتقل غير منقوصا إلى جميع أجزاء السائل) .

(جـ) دفع السوائل للأجسام المغمورة وقاعدة أرشميدس :

إذا غمر جسم فى سائل فإنه يقع تحت تأثير دفع من أسفل إلى أعلى بسبب السائل وهذا الدفع يسبب نقص فى وزن الجسم ظاهريا . ويؤثر هذا الدفع على الجسم سواء كان مغمورا كليا أو جزئيا . وقد وجد أن هذا الدفع مساويا لوزن السائل الذى يزيحه الجزء المغمور من الجسم . أى أن الدفع يساوى وزن السائل المزاح وهذه القاعدة تسمى (قاعدة أرشميدس) .

(د) اتزان الأجسام الطافية :

عندما يطفو جسم فوق سائل يكون متزنا تحت تأثير قوتين هما :

١ - ثقل الجسم .

٢ - دفع السائل للجسم إلى أعلى ويكون الجسم فى حالة أتزان مستقر إذا كان مركز الطفو أعلى وضعا من مركز ثقل الجسم . إما إذا حدث العكس، فإن الاتزان يكون غير مستقر ، وذلك بسبب تكون ازدواج من قوتى الثقل والدفع مما يؤدى إلى دوران الجسم ويجعل عاليه واطيه . ويجب مراعاة ذلك عند بناء السفن وتحميلها .

(هـ) التوتر السطحى :

تنشأ ظاهرة التوتر السطحى عن قوى التماسك وقوى الالتصاق بين الجزيئات عند سطوح السوائل وهى خاصية لا وجود لها فى داخل السوائل . ويعرف التوتر السطحى بالقوة المؤثرة على وحدة الأطوال من أى خط من خطوط سطح السائل .

(و) الخاصية الشعرية :

إذا غمرنا أنبوبة رأسيا فى سائل نلاحظ ارتفاع السائل داخل الأنبوبة . تسمى هذه الظاهرة بالخاصية الشعرية . ومرجعها وجود توتر سطحى للسائل .

ثانيا : خواص السوائل المتحركة :

١ - خاصية الانتشار : ويقصد بالانتشار انتقال ذرات أو جزيئات المادة فى داخلها من مكان إلى مكان آخر . ويعود الفضل لاكتشاف هذه الظاهرة إلى الطبيعة الجزيئية .

٢ - لزوجة السوائل : لوحظ عند سكب كمية من زيت أو جليسرين وأخرى من ماء على مستوى أفقى نجد اختلافا فى قابلية كل منهما على الانسياب . فبينما نرى الماء يستجيب بسهولة لفعل القوة التى تعمل على تحريكه ، تجد أن الجليسرين بطىء فى التدفق . والخاصية التى تميز السائل من حيث استجابته للحركة تسمى (اللزوجة) . وهذه الخاصية تنشأ عن وجود ما يشبه الاحتكاك بين طبقات السائل بعضها وبعض . وكلما ازدادت قيمة الاحتكاك كلما زادت لزوجة السائل . ويمكننا تعريف اللزوجة بأنها المانعة التى تبديها طبقات السائل للحركة .

والآن ، ما هى قصة اكتشاف المواد البلورية السائلة ؟

تعود قصة اكتشاف المواد البلورية السائلة إلى القرن التاسع عشر الميلادى ، خاصة بعد تطور أجهزة التكبير المجهرية "Optical Microscopes" ، حيث كان الباحثين فى ذلك الوقت يستعملون هذه الأجهزة فى البحوث العلمية المتعلقة بدراسة خواص المواد المختلفة وتركيبها الدقيق .

ففى عام ١٨٥٣ ، اكتشف العالم الألمانى (رودلف فيرشو) مادة الميلين "Myelin" التى تغلف الأعصاب . ويعتبر (رودلف فيرشو) أول عالم لاحظ تكون المادة فى طورها البلورى السائلى خلال المجهر البصرى . ولكنه لم يكن فى حينه على يقين أن هذه المادة (الميلين) فى حالتها البلورية السائلة .

وفى عام ١٨٨٨م ، استطاع العالم الألمانى (أوتو ليهمان) المتخصص فى دراسة درجات انصهار المواد من تعريف المادة وهى فى حالتها البلورية السائلة ، خاصة أنه كان على دراية تامة بحالات التبلور فى المادة باستعمال المجهر البسيط. والجدير بالذكر ، أنه خلال هذا الأثناء كان العالم النمساوى (فردريك رينتزين) يحضر بعض المركبات العضوية التى تسمى (بنزوات كوليستريل) ، ولاحظ خصائص غريبة تميز هذه المركبات خاصة بالقرب من درجة انصهارها . إلا أنه كان يعلم فى ذلك الوقت أن هذه المواد النقية قد تتغير من كونها فى الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة حرارة خاصة ومميزة . وبطريقة غير مألوفة شاهد (فردريك) أن لهذه المركبات نقطتين للانصهار باختلاف باقى المواد المعروفة . أحدهما عند درجة حرارة ١٤٥,٥° م وتتكون عندها سحب من المركب فى طورها السائلى والأخرى عند درجة حرارة ١٧٨,٥° م وعندها تصبح المادة فى حالة سائلة تمامًا . وعند التبريد تعود المادة لوضعها الطبيعى . وتعاون العالمان فردريك رينتزير وأوتو ليهمان لكشف الغموض فى خواص هذه المواد . وفيما بعد ، توصل أوتو ليهمان أن سبب السحابة السائلية عند درجة الحرارة ١٤٥,٥° م هو تكون طور جديد للمادة والذى سمى بالطور البينى "Mesophase" . واتضح بعد ذلك أن المادة فى هذا الطور البينى يمكنها استقطاب الضوء بعكس السائل العادى الذى يظهر بلون أسود عند مشاهدته خلال مستقطب بصرى . أما المادة فى طورها البينى فتضاء عند مشاهدتها خلال المستقطب البصرى وتظهر بألوان زاهية .

ولكى نتفهم هذه المعانى ، نحن نعلم أن المصادر الضوئية المختلفة مثل الشمس أو المصابيح الكهربائية التقليدية ، فإنها تنتج خليط من الموجات الكهرومغناطيسية التى تتذبذب فى كل الاتجاهات ، فإذا تذبذبت هذه الموجات الضوئية فى مستوى واحد يقال أن الضوء مستقطب . ويمكن للمرء اختيار مستوى محدد للاستقطاب من الحزمة الضوئية ، ويتم ذلك باعتراض الحزمة الضوئية بواسطة ما يسمى بالمستقطب البصرى (مثل قطعة البلوريد التى لا تسمح بمرور جزء من الشعاع الشمسى من الوصول إلى العين) . وفى حالة مرور الضوء المستقطب خلال مستقطب ضوئى آخر يسمى (المحلل الضوئى) فى وضع عمودى على المستقطب الأول ، فلا يمر الضوء ولا يتغير الوضع إلا إذا وضعت مادة شفافة بين المحلل والمستقطب البصريين .

والجدير بالذكر ، أن العالم (أوتو ليهمان) كان على دراية مقدمًا أن المواد الصلبة فى حالتها البلورية تستطيع تغيير مستوى دوران الاستقطاب للضوء ، بحيث تجعل الضوء ينفذ كاملاً خلال المحلل الضوئى (المستقطب الثانى) ، خاصة أن الضوء يتكون من مجال كهرومغناطيسى متذبذب . وعندما تنتقل هذه الموجات عبر المادة البلورية فإنها تجعل إلكترونات المادة تتذبذب ذهابًا وإيابًا . ولكن هذه الاستجابة غير لحظية وقد تبطىء من سرعة انتشار الموجات الضوئية خلال المادة . هذه الظاهرة تسمى (الانكسار الضوئى) . وفى بعض المواد التى تعتمد خصائصها الفيزيائية والكيمائية على ترتيب ذراتها وجزيئاتها ، يكون تأثير التداعى الإلكترونى مختلف باختلاف اتجاهات الاستقطاب الضوئى .

والجدير بالذكر ، أن لسرعة الضوء قيمتين يعتمدان على درجة الاستقطاب الضوئى بالنسبة للبلورة . هذا يؤدى إلى ما يسمى (بالانعكاس الثنائى) التى نشاهدها فى بلورات الكالسيت . وبالطبع التغيير فى معامل الانكسار للبلورات يتأثر أيضا بدوران مستوى الاستقطاب الضوئى مما يجعل الضوء يعبر خلال المحلل الضوئى . والنتيجة هى الحصول على هدب الانكسار الثنائى "Birefringence" بألوان زاهية .

ومن المعروف أن البلورات لها تركيب جزيئى محدد بها كما ذكرنا سلفًا ، يعتمد على تكرار ترتيب الذرات أو الجزيئات ، وهذا عكس ذرات السوائل المختلفة التى ليس لها أى ترتيب . وبالتالى تكون هذه الذرات حرة فى حركتها العشوائية . وللسوائل معامل انكسار واحد ، وهذا يجعلها تظهر سوداء اللون (عاتمة) خلال مشاهدتها من المحلل الضوئى .

ولذلك فقد اندهش كل من فردريك وأوتو ليهمان عندما شاهدوا الهدب الملونة تظهر من المحلل الضوئى عند استعمال مادة بنزوات الكوليستريل السائلة وهى فى طورها البينى . ومنذ ذلك الوقت ، بذلت الجهود المضنية لمعرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه المواد البلورى السائلة .

والآن ، دعنا نتسائل : كيف برزت أهمية المواد البلورية السائلة ؟

فى عام ١٩٢٤ م ، برزت أهمية المواد البلورية السائلة عندما نجح العالم الألمانى (دانيال فورلاندر) فى تحديد الشكل الجزيئى لمكونات المواد وهى فى حالتها البلورى السائلة . فقد اكتشف (دانيال) أن هذه

الجزيئات تأخذ أشكال تشبه القضيب بدلاً من كونــها كرويـة ، كما هـو الحال فى المواد البلورية ، التى تتماسك جزيئاتها معًا فـى مكـان محـدد وتترتب بطريقة خاصة يكون لكل جزىء وضـع خـاص . أمـا الجزيئـات على شكل قضيب بالإضافة أن لها وضع خاص يكـون لهـم جميعًـا نفس الاتجاه "Orientational order" .

ومـن المعـروف أن البلـورات العاديـة تنصـهر عندمـا تتغلـب الطاقـة الحرارية المؤثرة علـى قـوة الـترابط الجزيئيـة ، وبالتـالى ينكسـر الـترتيب البلورى ويتهدم الـترتيب الجزيئـى المكـانى . عندئـذ تتحـرك الجزيئـات بحرية وبطريقة عشوائية . أما فى حالة الجزيئات القضيبية فقـد تحـدث بها أشياء أخرى . على سبيل المثال ، عند درجة حرارة معينة قد يكـون مقدار الطاقة الحرارية غـير كـافٍ لتغير القـوى الجزيئيـة المسئولة علـى الترتيب الاتجاهى .

هذا بالطبع ما شهده العالم فردريـك رينـتزير فـى تجربتـه السـابقة ، عندما وجد أن انصهار بلوراته تظهر من خلال سحابة سائلية ، فى هـذه الحالة تكون الجزيئات مخططة لأعلى فـى اتجـاه مـوازى تقريبًـا بعضـها لبعض ولكنها موزعة عشوائيًا فى الفضاء .

والترتيب الاتجاهى فى المادة يمتد ليغطى ملايين الجزيئـات ، وعلـى ذلك فإن توحيد الاتجاه يسمى (الموجـة) . والجديـر بـالذكر ، أن غيـاب الترتيب المكانى للجزيئات يغير من بعض الخواص الفيزيائية مثـل تغيـير قيمة معامل انكسار المادة ، الذى يعتمد فى هذه الحالة على الاتجاه عند

لحظة القياس بالنسبة للموجه . هذا الطور البينى يجعل المادة مرئية عند النظر إليها عبر المحلل الضوئى .

والملاحظ أنه عند زيادة التسخين ، فإن هذا الطور قد يصل إلى درجة تهدم الترتيب الاتجاهي للجزيئات ، فى هذه الحالة تصبح البلورات السائلة مجرد سائل عادى . ولذلك تسمى درجة الحرارة الظاهرية بأنها درجة الحرارة التى تناظر الانتقال من السحابة السائلة إلى السائل الظاهرى .

وعند التبريد ، يحدث عملية عكسية ، حيث ترتب الجزيئات القضيبية فى ترتيب التركيب المائع "Ordered fluid structure" . هذا الترتيب المبسط للبلورات السائلة يسمى الطور النيماتى . وتعتبر مادة بنزوات الكوليستريل نوع خاص من الطور النيماتى الانطباقى "Chiral nematic phase" .

والانطباقية هنا تعنى أن الجزيئات القضيبية تماثل اليد بدلاً من الشكل المسمارى . ففى حالة الطور النيماتى تستطيع جزيئات المادة من دوران الجزيئات القريبة منها بهدوء . هذه الخاصية تجعل موجة الجزئيات ذاته يلف بطريقة حلزونية . ودورة الدوران الحلزونية الكاملة غالبًا ما تكون بطول الطول الموجى للضوء المرئى . وهذا يعنى أن الطول الموجى المنعكس بواسطة هذا الطور النيماتى يعتمد على عدد الدوران فى الطول المحدد . هذا ما يشابه عدد الخطوط فى المحزوز المستخدم فى عملية الحيود الضوئى التى بواسطتها يمكن تحديد الطول الموجى المنعكس من المحزوز .

وعادة تسمى الاطوار النيماتية (بـأطوار الكوليسـتريل) نظـرا لأن هـذه الخاصية تم مشاهدتها أول الأمر فى هذه المادة . وحاليا ، يتم إنتاج هـذه المـواد فـى أطوارهـا الكوليسـتريلية علـى مســتوى تجـارى ، حيـث أن انعكاساتها المنتخبة للضوء تكون مرتفعة وتتغير مع تغير درجة الحـرارة . ولذلك تستخدم هذه المواد من البلورات السائلة فـى صناعـة الترمومـترات وكذلك في تغيير ألوان الأجسام الحرارية .

وهناك أنواع أخرى من مواد البلورات السائلة أكثر تعقيدا فى أطوارهـا . على سبيل المثال ، هناك بعض المواد بتسخين بلوراتـها ، فـإن ترتيـب جزيئاتها المكانى قد لا يتهدم تماما ، بل تتشكل فـى طبقـات جزيئيـة ، بحيث تتفاعل الطبقات بعضها مع بعـض . ممـا يجعـل هـذه الجزيئـات تتحرك عشوائيا خلال كل طبقة . هذه الأنواع التى تحفظ الترتيب المكانى للجزيئـات تسـمى البلـورات السـائلة السـيمكتية "Semctic Liquid Crystals" ، وكلمة (سيمكتيك) مشتقة من اللغة اليونانية القديمة وتعنـى محلول الصابون ، وهذا يشرح حقيقة المادة الإنزلاقية .

وفى الحقيقة ، تتواجد أنواع عديدة من البلورات السائلة التى تتضمـن طرق مختلفة من الترتيب الجزيئى فى حالة وسط بين الترتيب التـام فـى الحالة البلورية وعدم الترتيب فى الحالة السائلية . وتمثل هذه الـتراكيب الجزيئية المعقدة نوع من (العمارة الجزيئية) .

والآن ، وبعد هـذه السنين مـن الجـهود المضنيـة فـى مجـال البحـث والتطويـر ، نحـن علـى أعتـاب فـهم أهميـة هـذه الأنـواع مـن التأسـيس الجزيئى فى الطبيعة . على سبيل المثـال ، جـزىء الـ د .ن .أ "DNA"

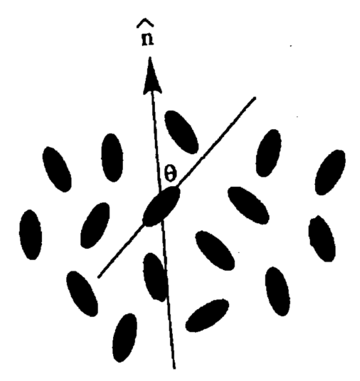
الحامل للشفرة الوراثية للكائنات الحية يمثل الطور النيماتى . والطريقة السهلة المتبعة للتعرف على هذه التراكيب الجزيئية هو دراسة نماذج هدب التداخل تحت مجهر بصرى مستقطب للضوء .

والمواد البلورية السائلة لها العديد من الخصائص المفيدة . على سبيل المثال ، بعض من هذه المواد تتأثر بتطبيق المجالين الكهربائى والمغناطيسى . فى هذه الحالة تعيد المادة اتجاهها الجزيئى بحيث يكون موازيا أو عموديا على اتجاه المجال الخارجى المؤثر . وبالتالى يتغير اتجاه الموجة . وهذا يعنى أن تغيير معامل الانكسار يؤدى إلى تغيرات فى الخواص البصرية للبلورات السائلة ، ولذلك تستخدم هذه المواد فى إنتاج أجهزة العرض المرئية التى تستهلك طاقة أقل بالمقارنة باستخدام الشاشات التى تعتمد على أنابيب الشعاع الكاثودى المعروفة .

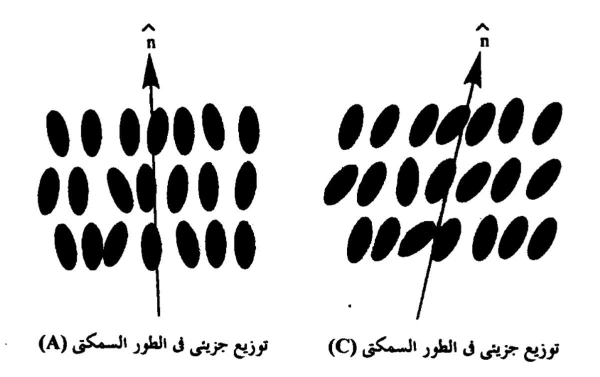
وفى الوقت الحالى ، تم اكتشاف مواد بلورية سائلة فى طورها السيمكتى فيروكهربية "Ferroelectric Smectic Liquid Crystals" . وتستخدم هذه المواد الآن فى صناعة التليفزيونات فائقة الدقة "High Definition Television (HDTV)" .

والآن ، تعتبر الدول المتقدمة تكنولوجيا البلورات السائلة الاستراتيجية مثل التكنولوجيا النووية وتكنولوجيا الليزر من الأسرار العسكرية بها ، خاصة أن هذه المواد تستخدم فى أجهزة الرصد الضوئى وتوليد الضوء المميز والمضمنات البصرية وفى مجال المعلومات وفى الهندسة الوراثية وأجهزة الكمبيوتر فائقة الذاكرة .. وخلافه .

من أجل ذلك ، لابد من تكثيف الجهود وضرورة التنسيق بين العلماء العاملين فى هذا المجال لتعظيم الاستفادة من هذه المواد الاستراتيجية . وكذلك نناشد المسئولين ومخططى نقل التكنولوجيا وصناع القرار بضرورة تأسيس كيان علمى لتدعيم القدرات المصرية العلمية والفنية التى تؤهلنا الدخول إلى آفاق العهد الجديد لتكنولوجيا البلورات السائلة .

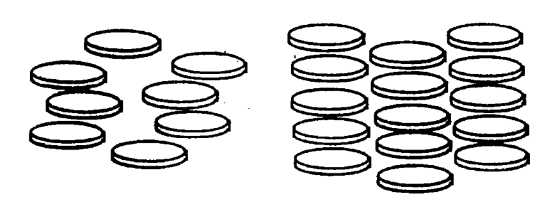


توزيع جزيئى فى الطور النيماتى للبلورات السائلة



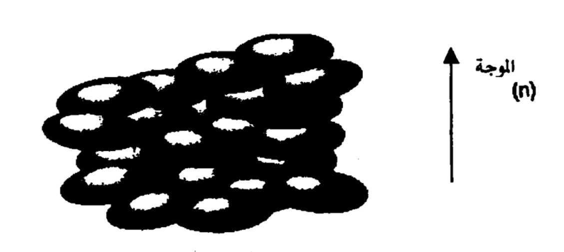
توزيع جزيئى فى الطور السمكتى (C)

توزيع جزيئى فى الطور السمكتى (A)

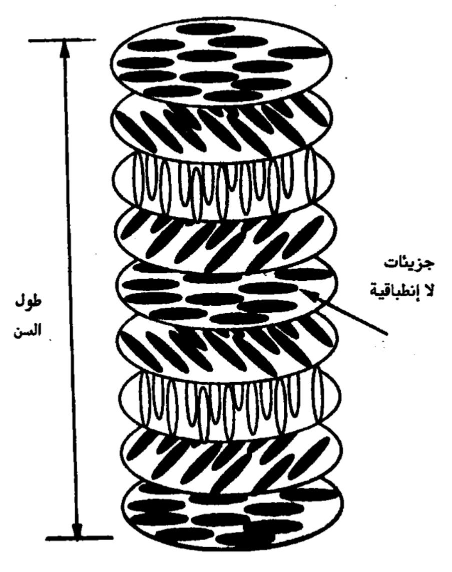


(أ) توزيع جزيئى فى أعمدة للطور النيماتى

(ب) طور نيماتى قرصى



(جـ) توزيع جزيئى قرصى فى الطور النيماتى



طبقات جزيئية في الطور النيماتي توضح التماثل اللا إنطباقي في البلورات السائلة

المواد الرخوة

في عام ١٩٩٦ م ، صدر كتاب علمي بعنوان (المواد الرخوة) "Fragile Matter" تأليف العالمان الفرنسيان بيير ج. دى جين و ج. بادوز. ولد العالم دى جين في باريس وكان مولعا بدراسة الفيزياء ، حيث حصل على درجة الدكتوراه فلسفة في الفيزياء عام ١٩٥٧م . وفي بداية حياته العملية اشتغل في مركز الطاقة الذرية في مدينة سكلى بفرنسا . وكانت أبحاثه الأولى تتعلق بمجالى التشتت النيترونى والمغناطيسى . وفى عام ١٩٦٨م اتجه إلى تشكيل مجموعة عمل بحثية اهتمت بدراسة الخصائص الفيزيائية والكيمائية للبلورات السائلة . كما اهتم بدراسة خواص البلمرات وديناميه البلل وفيزياء المواد اللاصقة . وفي عام ١٩٩١ ، حصل (دى جين) على جائزة نوبل في الفيزياء . واشتهرت أبحاثه في مجال المواد الرخوة . وبعد حصوله على جائزة نوبل ، قامت أندية العلوم والمدارس والاتحادات الطلابية في مختلف المدن والأقاليم الفرنسية بدعوته لإعطاء بعض المحاضرات وإلقاء الضوء على دور العلم والعلماء في العالم الحديث . وبعد رحلة طويلة طاف فيها جميع المدن والأقاليم الفرنسية ، قرر (دى جين) إخراج هذا الكتاب بعنوان (المادة الهشة) التي يعالج فيها موضوع المادة الرخوة كعلم صعب واكتشافات مثيرة . وفكرة هذا الكتاب كانت تدور في خاطره وتسجل المناقشات الحية والأسئلة التلقائية التي تلتها .

والجدير بالذكر أن العالم ج . بادوز الذى درس الفيزياء وحصـل علـى درجة الدكتوراه عام ١٩٥٧م ، استمر العمل كبـاحث فـى المعـهد القومـى للعلوم بمدينة أورساى الفرنسية . وفى عام ١٩٧٢م ، عين مديرًا للمدارس العلمية . وتركزت أبحاثه على التفاعل الضوئى مع المواد الكثيفة ، واهتـم كثيرًا بظاهرة الاستقطاب الضوئى .

وبعد حصول العالم (دى جين) علـى جـائزة نوبـل ، صاحبـه صديقـه (بادون) فى زياراته الميدانية إلى المدن والأقاليم الفرنسـية ولقاءاتـه العلميـة والثقافية مع طلاب المدارس . واشترك (بادون) مع (دى جين) فـى جمـع وترتيب الأسئلة والمناقشات التى دارت على مدار عام كامل ، مما أدى إلى إخراج هذا الكتاب .

ويحتوى الكتاب بكل ما تعنيه الكتابة فى مجال تبسـيط العلـوم ونقـل المعرفة على ثلاث أجـزاء رئيسـية هـى : فيزيـاء المـواد الرخـوة والبحـث العلمى وقضايا التعليم فى النظام الفرنسى .

الجزء الأول ينقسم إلى ثمانى فصول ويعالج قصة اكتشاف المواد الرخوة وشرح التفاصيل العلمية عن أنواعها وسلوكها . وينقسـم الجـزء الثـانى إلى أربعة فصول تتعلق بمهنـة البحـث العلمـى والاكتشـافات العلميـة والعلـم الإيجابى، وكذلك تأثير البيئة والمناخ العلميين . أما الجزء الثالث والأخير فينقسم إلى أربعة فصول ينـاقش فيـها المؤلـف قضايـا التعليم فـى النظـام الفرنسى ويسجل رؤيتـه الشـخصية فـى أسـس التربيـة مـن أجـل العبـور بفرنسا إلى آفاق العالم الواقعى .

وخلال العقود الماضية تعلمنا كيف نتعامل مع مواد مثل البلورات السائلة والجيلاتينات والرغويات والبلمرات وجزيئاتها المعقدة . هذه المواد تسمى (المواد الرخوة) أو (المواد الهشة) فى اللغة الفرنسية . هذه المواد ليس لها تركيب اعتيادى يتبع فيه حالات المادة الصلبة والسائلية والغازية . بل هى مواد تركيبها لا يكون صلدًا وتماثلها بلورى فى الحالة الصلبة ، وليس لها تركيب خاص وتتميز بعدم الانتظام مثل الموائع أو الغازات . هذه المواد لها خواص رائعة غير اعتيادية بعضها تتغير لزوجته والبعض الآخر تتشكل طبقاته الجزيئية من بعدين مثل السوائل . بعضها يكون مستقطبا للضوء وجزيئاتها تأخذ نفس الاتجاه بانسجام تام . بعضها يصنع من الرغويات والفقاعات والشموع واللدائن وأشياء أخرى كثيرة مما نستعمله فى حياتنا اليومية .

فى بداية الكتاب يتحدث (دى جين) عن انطباعاته الشخصية عند لقائه بالشباب من طلاب المدارس ومحاولاته الإجابة على أسئلتهم التى كانت حماسية دائما والتى كانت تبدأ عادة بالأسئلة الفنية عن خصائص المطاط وطبيعة الملصقات .. وغير ذلك . ثم تأتى نظرة أوسع شمولية وتتضمن الأسئلة الآتية :

- ما هو المسار الذى يسلكه المرء لاعتناق مهنة البحث العلمى ؟
- هل يتميز العالم الباحث بصفات فريدة ؟
- هل لابد أن يتفوق المرء فى علم الرياضيات ؟
- ما هو حال التعليم فى مدارسنا الفرنسية فى العصر الحديث ؟

وبالتدريج أخذت الأسئلة أبعادا أخرى أكثر عمومية نذكر منها :

● لماذا نتعلم العلوم ؟ وما هى الأفكار الممكنة ؟
● ما هو عالمنا ؟ ومن أين أتينا ؟ وإلى أين نذهب ؟
● هل هناك حياة أخرى فى الكون ؟

وقد وجد (دى جين) أنه من التحدى أن تواجه هذه التساؤلات وأن يجد المرء إجابة مناسبة . ووجد متعة فى معالجة تلك الأسئلة أمام هذا الحشد الطلابى بحثا عن الحقيقة .

فى الجزء الأول استعرض (دى جين) قصة اكتشاف المطاط الطبيعى منذ اكتشاف الهنود الحمر ببلاد الأمازون لعصائر شجرة الهيفيا وطلاء أرجلهم بها لصنع أحذيتهم . وكيف استطاع العالم الأمريكى (جوديير) فى عام ١٨٣٩م من تفسير تكون المطاط الطبيعى ، بعد تفاعل هذا السائل مع الأكسجين المتواجد فى الهواء . وقد استبدل (جوديير) عنصر الأكسجين بعنصر الكبريت الذى أعطى نتائج مذهلة فى استقرار الخصائص المطاطية . وقد شبه (دى جين) السلوك الكيميائى لجزيئات البلمر المطاطية بالأسباجتى فى الحساء (الأسباجتى المسلوقة) ، حيث أن جزيئات البلمر الطويلة تكون على هيئة جسيمات مرنة . هذه الفكرة طرحها العالم الألمانى (ريتشارد كوهين) (١٩٠٠ - ١٩٦٧م) وتمكن بذلك من شرح مرونة المطاط العجيبة .

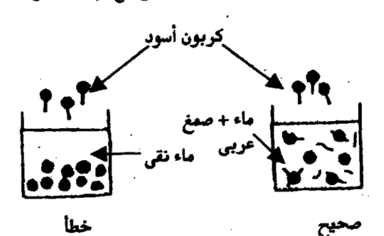
ويعتبر بداية القرن العشرين عصر المبدعين الذين اكتشفوا ميكانيكا الكم التى تصف سلوك الإلكترونات فى الذرات والجزيئات . وبذلك استفاد كوهين من ذلك ووضع قواعد عظيمة لوصف تركيب هذه الجزيئات ارتبطت باسمه حتى الآن . وقد أوضح (دى جين) كيف أنه كان متأثرا بفلسفة العالم (كوهين) خاصة بالنسبة إلى إمكانية تغيير مجال الاهتمام

البحثى . وقد استخدم (دى جين) المقولة (أن الحجر المتدحرج لا يجمع الحشائش) ، بالرغم أن هذه الحكمة صحيحة فى كل الثقافات لكنها لم تدعم قرار (كوهين) عندما ترك مجال أبحاثه فى الفيزياء الذرية وعمل فى مجال بحوث البلمرات والجزيئات الماكروسكوبية . فكل فرد يزاول مهنة البحث العلمى يعتبر حالة فردية . ومن أجل ذلك طرح (دى جين) بعض الأمثلة من حياته الخاصة . فقد كان فى الفترة من ١٩٦١م إلى ١٩٦٥م شغوفا بدراسة مواد التوصيل الفائق . هذه المعادن كما وصفها عجيبة حقيقة ! فعند كل درجة حرارة منخفضة تحمل تيارا كهربائيا دون أن تفقد أية طاقة . الرصاص والفضة والزئبق تصنف بين هذه المواد . عرفت هذه الظاهرة منذ عام ١٩١١م . وفى عام ١٩٦١ اشتغل (دى جين) فى هذا المجال وكما أعلن بدأ بالمواد السهلة فى التحضير مثل سبيكة قصدير الرصاص . ومع اكتساب الخبرات عمل على أشكال أخرى مثل سبيكة قصدير النيوبيوم . هذه السبيكة هشة نسبيا ومن الصعب سحبها على هيئة أسلاك . وكانت تسبب مشاكل عديدة فى مجال التعدين . وكان التحدى متعلقا بالتحكم بالمجال المغناطيسى المتولد بالمادة بسبب اضطراب فى مرور التيار الكهربائى. بالطبع هذا النوع من التعدين الحساس يتطلب معدات ثقيلة باهظة التكاليف مثل جهاز الميكروسكوب الإلكترونى . فى هذه الحالة يكون أمام المرء اختياران ، إما أن يصبح خبيرا فى التعدين ، وهذا يتطلب مصادر تموين تكفى لبناء المعامل الملائمة أو أن ينشغل (بالعلم الخفيف) بحثا عن نتيجة مميزة . وقد اختار (دى جين) الطريق الأخير .

وتناول (دى جين) موضوع المتعلقات وبدأها بموضوع الكتابة عند قدماء المصريين واللدائن العربية والحبر الصينى ، وبين أن القدماء كانوا فى الكهوف يستعملون السوائل الملونة . والتقنية البسيطة الواضحة هى تذويب بعض المساحيق الملونة فى الماء مثل الكربون الأسود أو الفحم النباتى والأكاسيد البنية والصفراء والحمراء .. إلى آخره . وباستخدام العصى الخشب أو قطع من الجذع أو ريش الطيور وأخيرا القلم المعدنى مع فرشاة الشعر ، يمكن ترسيب الحبر أو الطلاء على شريحة إسفنجية مثل الخشب أو ورق البردى أو الحجر أو الورق . وتعتبر السوائل مفيدة لهذا الغرض ، حيث أنها تبلل وتشبع الشريحة وتسحب منها الحبوب الدقيقة الملونة التى تجف وتصبح صلبة . والصورة التى خطها قدماء المصريين كانوا يستخدمون فيها الحبر الأسود ، وتحضيره باختصار يتم عن طريق استعمال شمعة وترسيب الكربون الناتج على هيئة جسيمات دقيقة تسمى الكربون الأسود ، ثم يوضع هذا الكربون فى الماء ويخضخض بقوة ، ينتج عن ذلك الحبر الأسود . وبين (دى جين) كيف وجد الكاتب المصرى القديم أن هذا الحبر الأسود يصبح عديم اللون والفائدة بعد فترة وجيزة مع تراسيب سوداء فى القاع . وكان عليه أن يعيد العمل مرة أخرى . وفى الألفية الثانية استطاع الكاتب العبقرى من استعمال اللدائن (الصمغ) العربية ووضعها فى المحلول الكربونى الذى لم يترسب فى القاع . ولم يعرف أحد سبب ذلك ولكن كانت النتيجة إنتاج الحبر الأسود المستقر على الأقل لمدة عام كامل .



الطبيعة لا تبتسم دائما : صناعة الحبر عند قدماء المصريين . وعدم وجود عوالق يؤدى إلى فقد التجانس وترسيب الكربون فى قاع الإناء بعد وقت قصير



صناعة الحبر الصينى المستقر بعد إضافة الصمغ العربى كعوالق .. وما زال يستخدم حتى الآن

والفكرة ببساطة تتعلق بتدخـل الصمـغ العربـى فـى منـع عمليـة التلبد . فعندما تتصادم ذرات الكربون تتجمـع وتكـون حبيبـات كبـيرة تسـقط إلى القاع بفعل الجاذبية . أما إضافة الصمغ العربى الذى يتواجد فـى شـجرة الأكاسيا يحتوى على جزيئات سكر طويلة من حـامض بوليـهيالورنيك . هذه الجزيئات سرعان ما تتحلل في الماء وتلتصق بسهولة علـى حبيبـات الكربون وشيئا فشيئا ترتبـط الحبيبـات بعـدد كبـير مـن جزيئـات السكر وتخلق ما يشبه غابة من الشعر مثل أكاليل الزهور على سـطح الحبيبـة ، وعندما تتقارب هذه الأكاليل من الحبيبات تنجذب بعضها لبعـض بفعـل تأثير الهدرجة ، فإن ترابطهما مـع جزيئـات المـاء يكـون أقـوى مـن قـوة جذب فان ديرفال وفى النهايـة تنشـأ قـوة تنـافر تمنـع تقـارب حبيبـات الكربون . وهكـذا نـرى كيـف تصبـح حبيبـات الكربـون معزولـة وتصبـح المتعلقات الكربونية أو ما يماثلها مستقرة .

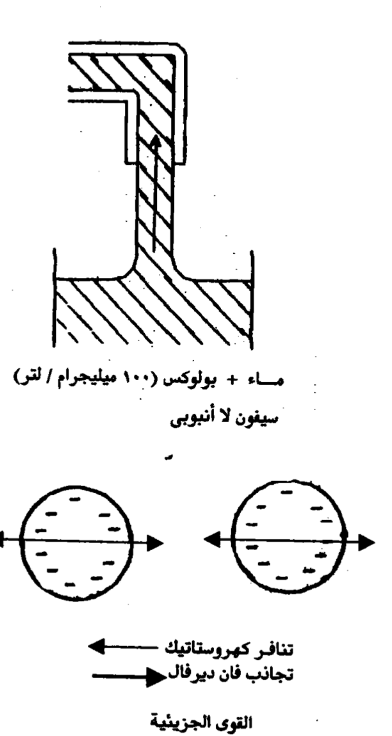
وأستعرض دى جين تأثير المضيفات من جزيئـات البلمـر فـى اسـتقرار الغرويات وبين كيف تلعب دورا مهما فى حياتنا ، حيث أنها تدخل فى كثير من المنتجات الغذائية كـالكريم والمسـلى الصنـاعى والمـايونيز وكذلـك صناعة الزيوت وأدوات التجميل . فمع إضافـة قليـل مـن البلمـر تتحـول المادة إلى ما يسمى بالمواد الرخوة .

وفى الفصل الخامس من الجزء الأول تنـاول (دى جـين) موضـوع هـام متعلق بمواد البلورات السائلة . فكما تعلمنا فى مراحـل التعليـم أن المـادة تتواجد فى ثلاث حالات مختلفة هى الصلبة والسائلة والغازيـة . وتكـون الذرات فى الحالة الصلبة قريبة جدا من بعضها وتشكل فى شبيكة صلبـة

وغالبا تكون الجزيئات لا متناحية (أى متباينة الخواص فى النواحى والاتجاهات) . أما فى الحالة السائلة ، فتتشكل المادة بشكل الإناء ، كما أنها تتغير فى الشكل بالتأثير عليها بقوة ضعيفة . والجزيئات لا متناحية غير ثابتة . وتتأثر حركتها بالحرارة . هذه السوائل تكون فوضوية التوزيع . وفى الحالة الغازية تكون المادة مثل الموائع فوضوية التوزيع وجزيئاتها متباعدة . وعادة تكون كثافة الغازات أصغر من كثافة السوائل . والقوى الجزيئية ضعيفة جدا والقوة المهمة تنتج عن تصادم الجزيئات وهى قوة فان ديرفال .

هذا التصور عن حالات المادة بسيط ، ويوجد عدد كبير من الحالات الانتقالية البينية ، تكون فيها المادة بين الحالة السائلة والحالة الصلبة ، على سبيل المثال البلورات السائلة التى اكتشفت منذ قرن من الزمان ، أصبحت منذ عشرين عاما من الموضوعات الهامة وتستخدم الآن فى تطبيقات تكنولوجية عديدة نذكر منها البطاريات متناهية الصغر وشاشات العرض لأجهزة الكمبيوتر . واستعرض (دى جين) الخصائص الكهربائية والبصرية المميزة لمواد البلورات السائلة .

وتعرض الكتاب لموضوع تكنولوجيا البلل ، فمن المعروف أن خصائص الأسطح تلعب دورا عمليا هاما ، وتتضمن العديد من المشاكل الفيزيائية مثل مشاكل التشحيم . فقطرة من الزيت تمنع الباب من الصرصرة أو تسمح لموتور ما بالدوران بسرعات عالية عند درجات حرارة مرتفعة . وهناك نوعان من البلل هما : البلل الجزئى والبلل الكلى . ويعود الفضل إلى دراسة علم البلل إلى كل من العالم الإنجليزى توماس يانج



مــاء + بولوكس (١٠٠ ميليجرام / لتر)

سيفون لا أنبوبي

القوى الجزيئية

(١٧٧٣ - ١٨٢٩م) والعالم الفرنسي بيير سيمون دى لابلاس (١٧٤٩ -١٨٢٧م) . وقد اهتم (دى جين) منذ سنوات بدراسة ظاهرة البلل خاصة عمليات الديناميـة وانتشار السوائل بالإضافة إلى التشكيل النهائي للقطرة . وكذلك إجراء بعض البحوث العكسية على ظاهرة عدم البلل . وفى الفصل السابع استعرض (دى جين) موضوع (الفقاعات والرغويات) . وكما قال أن فقاعة الصابون تمثل أطوار الحياة ، فهى تولد وتنمو وتتطور وتشيخ ثم أخيرا تختفى . وظاهرة تكون الفقاعات ترتبط بمعامل التوتر السطحى . وقد أوضح (دى جين) أنه لا توجد حياة بدون المادة الرخوة ، فكل تركيب بيولوجى تحتوى جزيئاته على الشفرة الوراثية والبروتين والأغشية قد تأسست على هذا المفهوم . والفيزياء يمكنها طرح إطار عام ، أما البيولوجيا لها طرق خاصة للمشاهدة والاكتشاف . المادة الحية تعتمد على المبادئ وأسس المادة الرخوة بدقة متناهية والتى غالبا ما تكون وراء ملكوت علماء الفيزياء . وفى الوقت الحالى يشهد علم المواد الرخوة تقدما كبيرا سوف نستفيد منه مستقبلا . وما يهمنا توضيحه هنا هو مساهمة هذا العلم على المستوى الثقافى . فعلم المواد الرخوة يبنى على التجربة والإتقان . على سبيل المثال دعنا نستفيد من حالة البلورات السائلة ومدى التحدى فى التحول الجزيئى الذى يجعل من تطبيقاتها العهد الجديد للتكنولوجيا .

وفى الجزء الثانى من الكتاب ، تناول (دى جين) موضوع البحث العلمى ابتداء من مهنة الباحث وعملية الاكتشاف والعلم الإيجابى . وتبين أن الصورة الشعبية للعلماء فى الغرب غير دقيقة ، حيث يعتبرهم

العامة من الأنبياء . هذه صورة مغلوطة . وأعلن (دى جين) أن مسئولية العلماء الأولى أن يضعوا المعلومات إلى صانع القرار بدون تأخير خاصة عندما يروا أى تطبيق يعالج قضية ما . أما اتخاذ القرار لتطوير التكنولوجيا لا يعود للعلماء ، بل يعود إلى الحكومة والتكنوقراطيين أو الخبراء . وفى النظم الديمقراطية تقع المسئولية فى الاختيار على المواطنين وممثليهم المنتخبين ودور العلماء هو التحذير بأن بعض القرارات يجب أن تتخذ . وأعطى (دى جين) مثل واقعى عندما اكتشف بعض العلماء إمكانية حدوث إنشطار نووى فى عنصر اليورانيوم وتوليد طاقة نووية هائلة ، وكيف استفادت الولايات المتحدة الأمريكية فى صنع أول قنبلة ذرية فى التاريخ والتى فجرتها على مدينتى هيروشيما ونجازاكى اليابانيتين وحسمت نتائج الحرب العالمية الثانية .

وفى الفصل الرابع من الجزء الثانى استعرض الكتاب قضايا البيئة والجهل الذى يرتبطان بقضايا العالم المعاصرة من زيادة السكان وعلم البيئة الذى يتأثر بعوامل التلوث وارتفاع درجة حرارة الأرض . واستطرد الحديث عن مشاكل الطاقة والاتجاه إلى توليد الطاقة النووية باستعمال تكنولوجيا المفاعلات النووية .

الآفاق العلمية والتكنولوجية للكربون الجزيئى

اهتم العلماء على مر العصور باكتشاف وتصنيف العناصر المختلفة التى عرفها على كوكب الأرض، والتى وصل عددها حتى الآن مائة وثلاثة عنصرًا. ومازالت الجهود تبذل من أجل اكتشاف المزيد من العناصر للتعرف على خصائصها الفيزيائية والكيميائية الجديدة للاستفادة منها فى التغلب على المشاكل التكنولوجية التى تواجهنا وابتكار مواد جديدة.

والجدير بالذكر، أن عنصر الذهب هو أول عنصر تم فصله من مكوناته الطبيعية فى صورة نقية، واستخدم فى صناعة الحلى. كما يستخدم أيضًا فى بعض التطبيقات المدنية والعسكرية. واكتشف قدماء المصريين عنصر النحاس واستخدموه فى تبطين السفن لمقاومة الأكسدة. ومن المعروف أن عنصر النحاس له تطبيقات تكنولوجية متعددة خاصة أنه عنصر جيد التوصيل للحرارة والكهرباء. ومن المعروف لدينا أن العناصر تنقسم إلى ثلاثة أقسام هى:

(أ) عناصر فلزية (ب) عناصر لا فلزية (ج) عناصر شبه فلزية

وترتب هذه العناصر طبقًا للتوزيع الإلكترونى بها فى جداول دورية كما هو معمول به فى الجدول الدورى لمندليف الذى يمثل خواص هذه العناصر أحسن تمثيل.

والكربون هو أحد تلك العناصر الذى يصنف ضمن العناصر اللافلزية. وتتكون نواة ذرة الكربون من اثنى عشر من النيكلونات (ستة بروتونات كل منها مشحون بشحنة موجبة مقدارها ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$ كولوم، وستة نيوترونات متعادلة كهربائيًا) ويحوم حول النواة عدد ستة إلكترونات فى مدارات أساسية وثانوية خاصة. ويلعب عنصر الكربون دورًا هامًا فى حياة الكائنات الحية التى تحصل على حاجتها منه بطريقة مباشرة وغير مباشرة عن طريق غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو. على سبيل المثال، تستفيد النباتات من الطاقة الشمسية عن طريق الكلوروفيل الذى يمتص غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يتحد بدوره مع الماء الموجود به لإنتاج السكر، هذه العملية تسمى «التمثيل البنائى الضوئى»، وتتحول السكريات إلى نشا وسليولوز. أما الإنسان والحيوان فيحصلان على الكربون عن طريق استهلاك السكريات والنشا المتوفر فى النباتات أو عن طريق أكل اللحوم.

والجدير بالذكر، أن جميع الكائنات الحية تحصل على الطاقة اللازمة للنمو والتحرك من احتراق مركبات الكربون فى أجسامها مع أكسجين الهواء الجوى، وهكذا هناك دورة يأخذ فيها ثانى أكسيد الكربون من الجو بواسطة النباتات لإتمام عملية التشييد الضوئى، ثم يعود إلى الهواء مرة ثانية بعمليات التنفس للكائنات الحية. ومن المعروف أن الكربون الذى تمتصه النباتات أو يستخدمه الحيوان لا يعود كلية للجو عن طريق التنفس، بل يختزن فى أخشاب النباتات وفى الأصداف الحيوانية التى تفرز بواسطة الحيوانات الأولية.

ويتميز عنصر الكربون بتكوينه لسلاسل جزيئية كربونية أو حلقات لها ثبات واستقرار كبير نتيجة لقوة الروابط بين ذرات الكربون. ولذلك، يتواجد الكربون بصور متعددة أهمها الماس والجرافيت. ويعتبر الماس أكثر كثافة من الجرافيت، ويمكن تحويل الجرافيت إلى ماس باستعمال الضغط العالى ورفع درجة الحرارة لزيادة معدل التحول. ويعتقد أن العمليات الجيولوجية التى حدثت على الأرض على مر العصور قد وفرت مثل تلك الظروف. وفى عام ١٩٥٥م، نجح العلماء فى أول تحضير للماس الصناعى من الجرافيت. وهناك صور أخرى للكربون مثل الفحم والسناج الذى يعتبر بلورات جرافيتية دقيقة.

والجدير بالذكر، أن بلورة الماس تتكون من شبيكة فى الفراغ تترابط بها أربع ذرات من الكربون، ويعتبر ذلك سببًا فى صلابة الماس. أما بلورة الجرافيت فتتكون من شبيكة فى الفراغ تترابط بها ثلاث ذرات من الكربون. ويظهر ترابط الذرات فى صورة حلقات سداسية، كما يكون التركيب على هيئة طبقات.

وخلال العشر سنوات الماضية نجح العلماء فى تصنيع صور كربونية جديدة من أهمها كربون ستين (C_{60})، الذى تتشكل بلورته من ارتباط ستين ذرة كربون على هيئة بالونة كرة القدم.

فيما يلى سنلقى الضوء على قصة اكتشاف المركبات الكربونية الجديدة وخواصها الفيزيائية والكيميائية. يعود الفضل لاكتشاف المركبات الكربونية الجديدة (C_n) التى تتكون من عدد n من الذرات إلى ثلاثة علماء هم البريطانى «كروتو» والأمريكيان «كيرل وسمالى» اللذين حصلوا عام

١٩٩٦م على جائزة نوبل لاكتشافهم هـذه المركبـات الكربونيـة الجديـدة. والجدير بالذكر، أنه فى عام ١٩٨٥م تم تحضـير مركـب الكربـون سـتين لأول مرة وبكميات صغيرة، حيث استعمل الليزر فـى وجـود غـاز خـامل لجعـل ذرات الكربـون فـى الحالـة البخاريـة، ثـم أمكـن تجميـع كـرات كربونية تحتوى كـل منـها علـى ستين ذرة كربـون أو أكـثر. ففـى ذلـك الوقت، قام العالمان كروتـو وكـيرل بزيـادة علميـة لمعمـل العـالم «سمـالى» بجامعة ريس الأمريكية الذى كان يهتم بتحضير بعض المركبات الكربونية المتجمعة من فصل مكونات المركب الكيميـائى كربيـد السـيليكون SIC_2 مستخدمين أشعة الليزر المنتخبة ذو الطاقة العالية لجعل هذا المركـب فـى الحالة البخارية. وفى حينـه أقـترح «كروتـو» إمكانيـة تحضـير مركبـات كربونية أكثر تعقيدا، باستبدال مركب كربيد السيليكون بالجرافيت الذى قد يؤدى إلى الحصول على مركبات كربونية لها نفس السـلوك الكيميـائى الحادث فى النجم الكربونى الأحمر العملاق فى مجرتنا الشمسية.

وفى وقت لاحق، سبتمبر ١٩٨٥م، نجح «كورتو» فى تحضـير مركـب كربون ستين. وتتلخص التجربة بوضع قرص مـن الجرافيـت فـى حـاضن مفرغ من الهواء ومملوء بغاز الهليوم وبتسليط حزمة منتخبة مـن الليـزر ذو الطاقة العالية أمكن اقتلاع ذرات الكربون مـن القـرص. وتتجمـع الـذرات المقتلعة مع بعضها لتشكيل جزئيات كربونية مختلفة من ضمنها جزيئات كربون ستين. وتبدو هذه الطريقة سهلة وبسيطة يمكننا من خلالهـا إنتـاج كميات كبيرة من هذه المركبات الكربونية. والجدير بالذكر، أنه يكفى فى هذه التجربة عمل قوس كهربائى بـين قطبـين مـن الجرافيـت الموجوديـن

ضمن حاضن به غاز الهليوم، ثم نقوم بجمع السناج المترسب على جدران المفاعل. ويحتوى هذا السناج على جزيئات كافية للكشف عن C_n ويتم فصل الجزيئات المشكلة عن بعضها (C_{60}, C_{70}, ...) عن طريق الفصل الانتقائى أو بواسطة تقنية الكروموتوجرافيا، الأمر الذى يؤدى فى النهاية إلى نواتج نقية جدًا من الناحية الكيميائية. وتستخدم تقنيات مختلفة لدراسة الخصائص الفيزيائية لهذه المركبات مثل: مطيافية الأشعة الضوئية المرئية والأشعة تحت الحمراء ومطيافية رامان وكذلك الأشعة السينية والرنين النووى المغناطيسى.

وبعد ذلك تمكن العلماء الثلاثة من دراسة الشكل البلورى لمركب الكربون ستين الذى أتضح أنه على شكل بالونة كرة القدم، وأن هذا الشكل له اثنين وثلاثون وجهًا، اثنا عشر منها خماسية الشكل والباقى منها سداسى الشكل، ولهذا أطلقوا على هذا المركب اسم «الفولرين» تمجيدًا لذكرى العالم المعمارى الأمريكى "Buckminster Fuller``` الذى صمم عام ١٩٥٠م شكل معمارى على هيئة أوجه خماسية وسداسية. وقد اعتمدت الولايات المتحدة الأمريكية هذا التصميم الجميل فى معرضها بمونتريال – كندا عام ١٩٦٧.

أوضحت البحوث التى تلت هذا العمل أن المركب الصناعى كربون ستين ليس هو المركب الوحيد، بل توجد العديد المركبات الكربونية التى تصل عدد ذراتها إلى مائتين وأربعون ذرة كربونية. هذه الجزيئات عبارة عن تجمع لجزيئات أصغر منها تتشكل على هيئة أقفاص Cages. ويمكن تحديد هذه المركبات من دراسة أطيافها الجزيئية. خاصة أطياف

الامتصاص للأشعة الضوئية المرئية التى تشاهد فى المجال الواقع بين النجوم والتى ترصد للتحقق من صحة الفروض الموضوعة لمعرفة وفرة هذه الجزيئات فى الكون. ويمكن تقدير كتلة كل نوع من هذه المركبات باستخدام جهاز مطياف الكتلة. والجدير بالذكر، أن جميع هذه المركبات تتكون من ذرات الكربون الطبيعى $^{12}C_6$ الذى وصفناه سلفا، مع وجود نسبة ضئيلة من نظير الكربون $^{13}C_6$ التى لا تتعدى ١٪.

وللفولرينات تطبيقات تكنولوجية عديدة، ففى المجال الطبى وجد أن مشتقات هذه الفولرينات الذائبة فى الماء ترتبط بالجزء الفعال فى أنزيم فيروس نقص المناعة المعروف باسم (Enzyme HTV-I Protease) ويعمل على تثبيط هذا الأنزيم.

ويختلف هذا المشتق الكربونى عن الدواء المضاد للإيدز والمسمى AZT بأنه فعالا فى حالات الإصابة الحادة وفى حالات الإصابة المزمنة. أما عقار AZT فيكون فعالا فى الحالات الحادة فقط. والمعروف أن الأنزيمات هى نوع من أنواع البروتينات تساعد على إتمام التفاعلات الجينية داخل الجسم.

ويهتم العلماء الفيزيائيون بهذه الجزيئات خاصة من الناحية الإلكترونية والمغناطيسية، حيث تبدو الخواص المغناطيسية مختلفة فى هذه الجزيئات الكربونية وتعتمد على عدد ذرات الكربون المشكلة لها. على سبيل المثال، تزداد القابلية المغناطيسية التى تمثل تجاوب المادة لتأثير المجال المغناطيسى المطبق على مركب الكربون سبعين عنها للكربون ستين بنسبة ٢ : ١.

ومن أهم التطبيقات التكنولوجية لمركبات الفولرينات إمكانية استخدام أملاحها القلوية كموصلات فائقة التوصيل Superconductors. فقد تمكن العلماء مؤخرًا من تحضير ملح فولريد البوتاسيوم K_3C_{60}. هذا المركب له درجة حرارة انتقالية للتوصيل الفائق حددت ب ١٨ كلفن (درجة حرارة مطلقة). أما الملح فولريد السيزيوم Cs_3C_{60} يكون له درجة حرارة انتقالية عند ٤٠ كلفن وكذلك فولرينات الروبديوم والسيزيوم Cs_2RbC_{60} فيكون له درجة حرارة انتقالية مقدارها ٣٣ كلفن. وهذه الدرجات الحرارية تقترب جميعها من درجة الحرارة التى مقدارها ٧٧ كلفن التى تجعل المواد عندها مناسبة للتطبيقات التى تعتمد على التوصيل الفائق. ومن المعروف أن ظاهرة التوصيل الفائق تحدث عند درجات الحرارة المنخفضة، حيث تكتسب بعض المواد هذه الخاصية وتصبح مقاومتها صفرًا عند درجة حرارة معينة. وبالتالى يمكن أن يسرى التيار الكهربائى بصورة مستمرة داخل حلقة فائقة التوصيل حتى فى غياب مصدر التيار. وتستخدم هذه المواد عادة فى صنع المغانط القوية التى تعتمد عليها التكنولوجيا الطبية فى صناعة أجهزة التصوير الطبى الرنينى وكذلك فى معامل أبحاث الطاقات العالية. ومن أهم المشاكل التى تواجه العلماء هى أن مركبات الفولرين تتأثر أنشطتها فى الهواء، ويفقد معظمها خاصية التوصيل الفائق.

وهناك تطبيقات أخرى عديدة للفولرينات منها عمليات التشحيم والتزييت، حيث تستخدم جزيئات الكربون ستين كمدرجات كروية صغيرة. كما تستعمل هذه المركبات الكربونية كمواد حافزة للتفاعلات الكيميائية الضوئية.

أما المركبات الناتجة عن هدرجة أو فلورة جزىء كربون ستين مثل: $C_{60}F_{36}$, $C_{60}H_{36}$ فتعتبر عناصر مواد أولية لأنها تملك استقرار بينى أمام درجات الحرارة المرتفعة تصل إلى ٥٠٠ – ٦٠٠ درجة مئوية. وحاليًا، يمكن الحصول على جزيئات من المركبات $C_{60}M^{P+}$، حيث تمثل P عدد صحيح و M تمثل ذرة معدنية مثل ذرة اللنتان أو البوتاسيوم مغلقة ضمن الشكل الكروى للكربون ستين. وطبقًا لاختيار العنصر المعدنى M يمكن الحصول على مواد جديدة بخواص معدلة. خاصة أن هذه المواد ذو استقرار حرارى وخواصها الإلكترونية والمغناطيسية تدخل فى مجال تكنولوجيا البطاريات فائقة الدقة.

والسؤال الهام الذى يطرح نفسه، هل تتواجد هذه المركبات الكربونية الاستراتيجية فى الطبيعة؟

حتى الآن لا توجد تأكيدات على تواجد هذه المركبات الكربونية فى الطبيعة بالرغم من اكتشاف العلماء لبعض طبقات الجرافيت بمدينة كارلين بروسيا تحتوى على بعض الفولرينات، إلا أن هذه النتائج تحتاج إلى تأكيدات معملية دقيقة. وكما ذكرنا سلفًا، تتكون الفولرينات تحت ظروف خاصة وبكميات قليلة جدًا عند الاحتراق غير الكامل للهيدروكربونات. وحتى لو تكونت الفولرينات فى الطبيعة بأى شكل من الأشكال فإن التفاعلات الفوتوكيميائية والأكسيجينية يتسببان فى تكسيرها.

مما سبق، نستطيع أن نفهم اهتمام الدول المتقدمة وتوفيرها للأموال اللازمة وتكثيف البحوث فى مجال تصنيع الفولرينات للاستفادة بها فى

تنمية الأهداف المدنية والعسكرية. ونشهد فى الوقت الحالى سباق محمـوم بين الولايات المتحدة الأمريكية مـن ناحيـة والـدول الأوربيـة مثـل فرنسـا وألمانيا وكذلك اليابان والصين مـن ناحيـة أخـرى بغـرض تطويـر مجـال التصنيع التجارى لهذه المركبات الكربونية.

فهل آن الأوان الآن لتجمع عربى فى مجـال تطويـر البحـوث العلميـة المستقبلية وتأسيس المجمع العربى «الأراب - أتـوم» (ARAB-ATOM) يكون من أهم أهدافه السيطرة وتسـخير إمكانيـات الـذرة فـى المجـالات العلمية المستقبلية ومن أهمها تصنيع المركبات الفولرينيـة. هـذا هـو المـراد للحاق بالآفاق العلمية والتكنولوجية للأمم فى القرن الحادى والعشرين.

الفصل الثالث

آفاق مستقبلية للعلم

- مستقبل المحيطات
- الهيدروجين البديل الأمثل للطاقة فى القرن المقبل
- الهيدروجين حامل الطاقة

مستقبل المحيطات سلمًا وحربًا

خلال السنوات القليلة الماضية ومنذ انتهاء حرب الخليج الثانية وتحرير دولة الكويت عام ١٩٩١م لاحظنا أنشطة حربية مكثفة في مياه وأعماق البحار والمحيطات من قبل جيوش عديدة من الدول العظمى والدول الصغرى على حدٍ سواء. ولعلنا نتذكر ما قامت به الولايات المتحدة الأمريكية عندما أطلقت بعض من صواريخ من طراز كروز الموجهة بأشعة الليزر من إحدى البوارج العسكرية الموجودة في البحر الأحمر ومدى قدرتها الفائقة على إصابة أهدافها في قلب العاصمة بغداد وتدمير مبنى المخابرات العراقية وما نراه الآن من دقة الإصابة للصواريخ بحر - جو لحلف الناتو التى تطلق من البوارج فى البحرين المتوسط والأدرياتيكى فى جمهورية الصرب والجبل الأسود. وكيف قامت القوات الأمريكية بإطلاق صواريخها من أعماق البحار لتدمير قواعد بعض التجمعات العسكرية فى كل من أفغانستان والسودان بعد حادثى تفجير سفاراتى الولايات المتحدة الأمريكية فى كل من كينيا وتنزانيا.

إن ما يجعل البحار والمحيطات جذابة إلى حد كبير للاستراتيجيين هو أن السلاح المغمور بالماء لا يمكن كشفه لأول وهلة، وأن أجهزة الكشف الكهرومغناطيسية الشائعة ذات مدى محدودا جدا فى البحار. والجهاز الوحيد الذى يستطيع الكشف إلى مدى معين هو «السونار» (جهاز لاكتشاف الأهداف تحت الماء بواسطة الموجات الصوتية)، الذى يكشف

الأشياء المغمورة بواسطة الانعكاس أو ببث موجات صوتية. ولكننا نجد أن الغواصات النووية التى تمتلك أجهزتها مقاومة السونار لدرجة أصبحت معها الحرب المضادة للغواصات كابوسًا للتقنيين المضطرين لاستغلال السونار إلى أقصى حد.

ولكى نجرى تقديرًا لمستقبل الحروب فى أعماق المحيطات، نتناول فيما يلى بعض مظاهر العلوم الأوشيانوغرافيا (علوم المحيطات) ومعرفة تطورها. فليس هناك مجال عسكرى آخر غير المحيطات تؤثر فيه البيئة بمثل هذا التعقيد على شكل العمليات وطبيعتها. والمثل التقليدى الذى يبرهن على هذا هو «التدخل البيولوجى». فتدخل حيوان ما أو نبات ما فى الجو أو فى الأرض على عملية من العمليات العسكرية أمر نادر. أما فى البحر، فإن انعدام مثل هذا التدخل بأجسام تعكس موجات السونار مثلا هو الأمر الغريب.

إن علم المحيطات اليوم يتقدم تقدما كبيرا خاصة أن بعض الخصائص المميزة للمحيطات معروفة وقابلة للتحليل والتوقع. ومازالت بعض الخصائص تحتاج إلى الكشف عنها. وهذا يعتبر تحديا مستقبليا للعسكريين ومصدر اهتمام الخبراء التكنولوجيين. والجدير بالذكر أن كل الاكتشافات فى مجال الصوتيات الأساسية الصالحة للتطبيق فى مجال العمليات (سواء مع الغواصة أو ضدها) هى فى الأساس نتائج ثانوية للبحوث الأوشيانوغرافية قامت بها هيئات غير حكومية لمختبرات الجامعات الكبرى فى بعض الدول. وأن آثار التغيرات الشديدة فى الحرارة على موجات السونار بين طبقات الماء المختلفة وطبقة الانتشار

البيولوجى وقناة نقل الأصوات بالعمق والموجات الداخليـة تحـت السـطح أمثلة كثيرة للبرهان على ذلك.

وقد بدأ الإنسان التعرف على الظهور الصوتى لرواسـب أعمـاق البحـار بصورة أوضح، كمـا أن تغير الرواسـب جغرافيًـا يلعـب دورًا حاسمًـا فـى تطوير السونار وتطوير استخدامه، بحيث ارتبطت التوقعات العسكرية إلى حد كبير بكشف أكثر الأعماق عمقًا للأحـواض المحيطيـة. وأن تعقيـدات أعماق البحار وطبوغرافيتها العامة ستقدم فـى المسـتقبل مزيـدًا مـن الأمـن للغواصات التى ستعمل فى الأعماق الكـبرى. وقديمًـا كـانت الحـرب فـى أعماق البحار تتضمن تقريبًا إغلاق الطرق البحرية فى وجه قوافل التمويـن المعادية فقط. وكان مفهوم السيطرة البحرية مقتصرا على هذا الطابع فقط، ولم ينظر إلى مسألة السـيطرة علـى الأعمـاق نظـرة جديـة. ولهـذا أسـباب عديـدة نذكـر منـها أن النقـل الاسـتراتيجى للرجـال والعتـاد بواسـطة الغواصـات يبـدو أمـرا لا يمكـن التفكـير فيـه. وكـان وقتـها المنـع المطلـق والشامل لكل نشاط تحت سطح البحر يبدو مسـتحيلا، سـواء مـن وجهـة النظر التكنولوجية أو من وجهة النظـر السياسية. وكـان مجمـوع النشـاط البحرى حينئذ تافها وضعيفا.

وخلال الربع الأخير من القرن العشرين بدأت حملة عالميـة لاسـتخدام كل موارد كوكب الأرض بما فيها المـوارد الموجـودة فـى الأجـزاء المغمـورة بالمياه. من هنا يمكننا القول أن الحرب البحريـة العظمـى المقبلـة سـترتبط بالتقدم الذى سـتحققه التكنولوجيـا العسـكرية والمدنيـة المسـتندة إلى علـم المحيطات. وفيما يتعلق بـالتقدم المدنـى، فـإن احتمالاتـه مـا زالـت أقـل

وضوحًا. وقد اتخذت كل دولة من الدول المتقدمة تدابير تكنولوجية خاصة على مستوى جهازها التنفيذى ومجلسها النيـابى. وتلعب الأمم المتحـدة بواسطة «الأونيسكو» والمنظمات الأخرى المتخصصة دورًا نشيطًا جـدًا فـى محاولات إقامة تعاون دولى فى هذا الميدان. وتنقسم هذه الأنشطة إلى ثلاثة مجموعات هى:

١ - مسائل تطوير الصيد.

٢ - حقوق الصيد فى المياه الإقليمية.

٣ - زيادة توفـير البروتينـات لحاجـات السكان فـى الكـرة الأرضيـة بواسطة مصائد العالم كله.

٤ - استخراج الثروات المعدنية للمسطحات القارية وأعماق المحيط.

وهذه النقطة الأخيرة هى التى تستطيع أن تدخل فـى المسـتقبل طابعـا جديدا فى التقنية الجديدة.

وخـلال حقبتـى السـتينات والسـبعينات مـن هـذا القـرن ازدادت الاكتشافات البحرية لتجد فيه مناجم معدنيـة، تلـى ذلـك مرحلـة وضـع أجهزة الاستخراج وتلاها أخيرا مرحلة الاستغلال الفعلى لمناجم الأعمـاق. بالطبع هذا التطور هو تطور تكنولوجى كبير يمتزج دائما مع التكنولوجيـا العسكرية. وفى هذه المرحلة تقوم كثير من الدول باستثمارات هامة لأعماق المحيطات، سواء فـى أعمـاق المحيـط أو علـى كـل المسـتويات الوسـيطة الموجودة فوق منشأته، وسيعمل كثير من الناس على كل هذه المسـتويات. وبـالطبع التنبـؤ بالمسـائل القانونيـة المنظمـة للعمـل الـدولى تعتـبر شـبه

مستحيلة. ولذلك سيكون لهذه الاستثمارات الضخمة أهدافًا عسكرية رائعة ومصدرًا دائمًا للاحتكاكات والمزايدات الدولية ومركز اهتمام قوى للاستراتيجيين البحريين.

وفى الوقت الحالى تشيد الدول المتقدمة ما يسمى «بحقول العوامات» التى تلعب دورا هاما من حيث التنبؤات الجوية والتحكم بالأحوال الجوية. وستستفيد المنشآت المدنية الكبرى الأخرى من خزانات الحرارة هذه التى تمثل فوارق الحرارة بين أعماق البحر وسطحه. وتزود هذه المنشآت بالمفاعلات النووية لمضاعفة قوة التشغيل وإمكانية استعمالها فى إنتاج الماء العذب وإزالة ملوحة مياه البحر.

فى الوقت الحالى، تزداد سيطرة الدول العظمى على بحار ومحيطات العالم وعلى رأسها الولايات المتحدة الأمريكية ودولة روسيا والصين والهند، وذلك بنشر مجموعات كبيرة من الغواصات والمدمرات وحاملات الطائرات بما يتعدى ٢٠٠٠٠ (عشرون ألف) سفينة من كل نوع. وقد برهنت الولايات المتحدة الأمريكية حديثا على قدرتها فى إمكانية التدخل السريع فى أى مكان من العالم وفى أى وقت تشاء كوريا - الهند الصينية - لبنان - الخليج العربى - سانت دومينيك - كوبا - قناتى السويس وبناما ومؤخرا فى دول البلقان. كما أن القوات البحرية الأمريكية بالتعاون مع القوة الجوية ساهمت فى خلق قوة ردع نووى مقنعة للخصوم.

ولعلنا نتذكر أن الأسطول البحرى السوفيتى «قبل التفكك» كان يعتبر ثانى قوة بحرية، وكان قادرا على مطاردة الأسطول الأمريكى وإعاقة مناوراته البحرية بصورة جدية خاصة عندما نجح خلال الحرب

الإسرائيلية - العربية عام ١٩٦٧م فى ممارسة نوع من الرقابة الدبلوماسية على هذا الأسطول فى البحر الأبيض المتوسط.

والآن تتطور تكنولوجيا الغواصات النووية فى العديد من الدول مثل روسيا والصين والهند والتى تنافس مثيلاتها الأمريكية. وتتطور الآن وبشكل متسارع تكنولوجيا الأعماق البحرية التى تعتمد على القدرة للغوص إلى الأعماق الكبرى بواسطة الغواصات المطاردة التى يطلق عليها اسم «الصياد القاتل» التى ينبغى أن تكون مستعدة للذهاب إلى أى مكان للبحث عن هدفها. هذه الغواصة قد تكون مسكونة أو غير مسكونة، وقد تستخدم في الأغراض العسكرية والمدنية. وتحتوى هذه الغواصات على أجهزة كشف واتصالات بالغة الدقة مما يفقد أهمية أجهزة السونار التقليدية. ونظرا لأن الغواصات الجديدة تعمل على مسافة بعيدة جدا من مستوى سطح البحر فلابد إذن من تطوير وسائل الاتصال. ونظرا للعمق الكبير الذى ستغوص فيه تحت سطح البحر لابد من تزويدها بجهاز دفاعى معقد ضد الأسلحة المعادية.

وكما نرى الآن، ستبقى الغواصات الحاملة للصواريخ أخطر سفينة حربية فى البحار وستوفر التكنولوجيا الحديثة أساطيل من هذا النوع وإرسالها إلى كل المحيطات. وستكون صواريخها قادرة على بلوغ أية نقطة فى العالم. وسيزيد هذا الانتشار الأمن بالتوافق مع زيادة عمق العمليات وسيزيد بالتالى من قيمة أسلوب الردع بنسب غير محددة. وبالمقابل لن يمتلك قائد الغواصة البيئة البحرية لنفسه وحده، إذ عليه مستقبلا وفى زمن السلم اقتسام المحيط لا مع السفن التجارية وأساطيل

الصيد المزودة بأدوات مختلفة فحسب، بل اقتسام المحيط أيضا مع المنشآت القائمة فى الأعماق من كل الأنواع. بعضها بلا شك مخافر عسكرية. هذه المنشآت ستشكل مصدرا ممتازا للمعلومات عن أنشطة الغواصات المعادية.

والجدير بالذكر، أن سفينة السطح تعتبر بالنسبة للغواصة هدفا وخطرا فى الوقت ذاته. وتتطلب الحلول المقبلة للمسألة التقليدية المتضمنة المحافظة على حرية الطرق البحرية قبالة هجمات الغواصات تبديلات تكنولوجية هائلة على السطح. وتمثل السرعة المتزايدة للغواصة خطرا أكبر على سفينة السطح وتجعل الغواصة أقل تعرضا. وبوسعنا إذن أن نفكر بأن هذا التطور إذا ما أضيف إليه تقدم الصواريخ سطح - سطح، فإنه من شأنه أن يمنع استخدام سفن النقل العادية للبحر فى زمن الحرب وستغلق الطرق البحرية نهائيا، إلا مع ظهور سفن سريعة جدا كالقارب الطائر أو المركب ذى الفقاعات. أن المراكب المذكورة تستطيع العمل فى البحار العالية بسرعة ١٠٠ عقدة (١٨٥ كم/ساعة) وتتسع ٥٠٠٠ (خمسة آلاف) برميل تقريبا. وتقلل هذه السرعة الكبيرة جدا بالمقارنة مع سرعة الطوربيد والغواصة خسائر السفن التجارية إذا ما تعرضت لها زوارق الطوربيد. وتجعل استخدام صواريخ سطح - سطح أقل فاعلية. إلا أن تكلفة النقل ستكون أعلى فى زمن السلم بالمقارنة بسعر النقل بالمراكب العادية. وبالطبع هناك كمية كبيرة من البضائع تتطلب شحنها ونقلها سرعة أكبر لتبرير تكلفة أسطول خاص من السفن له أثر سفن السطح.

وفى الوقت الحالى تعتمد قوات الإنزال البرمائية على هذه السفن السريعة التى غيرت من مفهوم الانقضاض تغييرا جذريا. كما أنها

تستخدم لمطاردة الغواصات وتزود بأجهزة اتصال حديثة. ولذلك فإن القرن القادم سوف يشهد اعتماد الجميع على هذه السفن الخاصة فى القوات المسلحة والعمليات البحرية، نظرا لوزن التسليح والعتاد الذى يمكنها نقله. وسيكون السلاح المتميز فى المستقبل للمطاردة نموذجا جديدا من الطائرة القادرة على التحليق فى الجو لعدة أيام دون التزود بالوقود وتستخدم فى تأمين الاتصال مع الغواصات والمحافظة على الاتصال لمدة غير محدودة.

وبالنسبة لحاملات الطائرات فيتوقع أن تتطور أيضا بصورة بالغة التعقيد وتزيد من سرعتها. وستكون أقل حاجة لنقل طائرات بأجنحة ثابتة لمطاردة الغواصات المضادة. وبالرغم أن قانص الغواصات ذا أثر السطح والطائرة الأوشيانوغرافية يميلان إلى تقليص دور حاملة الطائرات فى هذا المجال إلا أن حاملة الطائرات بالمقابل التى تسير بسرعة ١٠٠ عقدة فى الساعة تقدم اختيارا أكبر لطائرات العمليات. ولكن هذا الدور سيتأثر بالتطوير المحتمل لطائرات الهليكوبتر التى تقلع عموديا والتى تعمل بدءًا من قواعد ثابتة، عندئذٍ ترتبط المسألة بالقواعد العسكرية فى البلدان الأجنبية. وفى المستقبل قد تلجأ الدول العظمى إلى بناء قواعد عائمة جبارة كحل نهائى موزعة حسب خطة شاملة تتحدى الرياح والتيارات وتؤمن فى الأماكن الاستراتيجية حماية مع الوقت أقل تكلفة من القواعد الحالية أو حاملات الطائرات. ومهما يكن هذا المشروع معقدًا إلا أنه قريب من ناحية التصميم مع تكنولوجيا التنقيب عن البترول واستخراجه من أعماق البحار. وهذا بالطبع سيقلل من عوامل الاحتكاك الدولى. إن أهم خاصية للعمليات فى الأعماق هى سريتها. ولكى نحافظ

عليها ونعززها لابد من إخضاع القواعد البحرية لتبدلات هامة. وفى الحقيقة لن تقع هذه القواعد على الشواطئ، إذ ينبغى بناؤها على حافة المسطحات القارية أو على منحدر هام وأن ترتبط بالشاطئ بشبكة مواصلات وشبكة نقل كاملتين. إن مثل هذه المنشآت الواقعة فى عرض البحار على العتبة القارية هى التى ستجلب الأمن المطلوب. وستتم عمليات الشؤون الإدارية الطبيعية بما فيها تبديل رجال القاعدة بعيدا عن الشاطئ. وستمون مراكز السيطرة التكنولوجية ومراكز الاتصال والقيادة بصورة فعالة، كما ستختفى الغواصة ذاتها. ويعتمد نظام القيادة والإشراف العسكريين على الاتصال بواسطة الأقمار الصناعية مع عناصر متحركة ومع حقول أدوات الكشف الموزعة عبر المحيط أيضًا. وسيكون هناك إسهام متواصل بالمعلومات عن البيئة المحيطية وعن كل ما تحتويه من سفن ومنشآت على السطح أو فى الأعماق. وبناء على ذلك فإن تعبير الحرب المضادة للغواصات أو تعبير حرب الغواصات ذاته لن يكون لها أى معنى فى القرن القادم. ويؤدى تطور حاملات الطائرات الجديدة وسفن السطح الأخرى وتقدم التكنولوجيا فى التكيف مع البيئة بدءًا من أعماق المحيط إلى سطحه وإلى الجو القريب منه إلى مفهوم جديد للحرب البحرية الشاملة تشتبك فيه كل العناصر فى الوقت ذاته.

وبالرغم من وجود نظام قوى لجمع المعلومات يوجد هناك خلل خطير، فقد تثير الحرب المحدودة فى نظام بالغ التعقيد نشاطًا بحريًا قد يهدد أمن جهاز الردع النووى. فإذا نظرنا إلى التسعينات من القرن العشرين نرى أن التكنولوجيا المدنية فى أعماق البحار تنتشر بسرعة بين كل الدول لتشمل أصغرها، وتنخفض تكلفة هذه العمليات لدرجة يكون

معها عدد كبير من الشركات الصغرى قادرا على الشروع فيها. وبما أن الحدود القومية المحيطية ليست معرفة تماما، فإن الأجهزة الاستراتيجية هي التي قد تتعرض لكثير من المخاطر. ومن الممكن أن تكون النتيجة تبدلا مفاجئا في سياسة الدول الكبرى. فمن الممكن أن تضم أجزاء هائلة من المحيط إليها وتتبع سياسة الأمر الواقع، وتعزلها لخدمة أغراضها الاستراتيجية الخاصة - نظرا لأن حق المرور الحيادى سيكون محدودا بالسطح. ونجد هنا أثرا جديا للتكنولوجيا ولا نجد كثير من الحلول التبادلية، إلا التخلي التام عن المحيطات كاحتياط استراتيجي. أما فيما يتعلق ببناء القواعد الجوية العائمة الجبارة فستقودنا إلى البحث عن وسائل الحماية التى تؤول إلى منع السفن الأجنبية من عبور مناطق واسعة في المحيطات بالرغم من حقوق المرور التقليدية.

أن الحرب البحرية المستقبلية ستتطور بصورة أكثر تماسكا من الحروب الأخرى نظرا لأن الحدود القومية المحيطية التى تساعد على احتواء الأنشطة الحربية فى إطار تقليدى لن تلعب فيها أى دور. وقد كان دور المحيطات فى الماضى، خلافا لصيد الأسماك هو دور نظام واسع لنقل الرجال والسلاح وللتجارة ولوسائل منع التجارة. وقد خلق تطور استراتيجية أعماق البحار إمكانية استغلال الأحواض المحيطية، صناعيا وعسكريا هدفا جديدا هو امتلاك المحيطات والسيطرة عليها.

وسيعيد السباق على هذا الامتلاك والتكنولوجيا التى ترافقه الحرب البحرية لأصولها البدائية - أى السيطرة الاقتصادية لأغنى الدول - وستكون تكلفة هذه العملية باهظة جدا حتى لو قارنا هذا بتكلفة برامج

الفضاء المرتفعة فسيعتبر ثمن التطويرات الأولى لتكنولوجيا الأعماق باهظا جدا.

وأخيرا لابد من فتح حوار دولى واسع تحت إشراف منظمة الأمم المتحدة لتنظيم استغلال أعماق البحار بين جميع الدول ولا يغفل حقوق الدول الصغرى فى المستقبل خاصة أن الـ ٧٠٪ من مساحة الكرة الأرضية وهى المحيطات والبحار تحتوى على ثروات هائلة تكفى إذا ما أحسن استغلالها إلى توفير الأمن والسلام والرخاء للجميع استنادا إلى اعتبارات مختلفة تمام الاختلاف عن الاعتبارات التى تنطبق على الـ ٣٠٪ الباقية التى تمثل اليابسة.

ويمكن لبدء هذا الحوار عقد مؤتمر دولى تحت عنوان «الاستخدام الأمثل لأعماق المحيطات وأمن الأرض» يحضره ممثلو الدول وجميع الهيئات العلمية المتخصصة والمنظمات والجمعيات الأهلية يكون من أهم أهدافه وضع دستور أخلاقى لأمن المحيطات وتوزيع الثروات.

الهيدروجين البديل الأمثل للطاقة
فى القرن المقبل

تعتبر الفترة الحالية أهم فترات التاريخ إثارة . الحياة المعاصرة شهدت تطورات كثيرة مبهرة منها على سبيل المثال ، ثورة الاتصالات وتغير نمط الحياة المنزلية والاعتماد على الأجهزة الإلكترونية الدقيقة فى مجال الطب والتشخيص والعلاج ، وأيضا فى مجال الميكنة الزراعية وتحديث وسائل جديدة لزيادة الإنتاج الصناعى . وتطلع البشرية دائما إلى المستقبل بغرض البحث عن حياة أفضل للأجيال القادمة وتوفير مصادر للطاقة النظيفة . وفى الوقت الحالى يبذل العلماء الجهود المضنية من أجل إيجاد بدائل للطاقة للحفاظ على استمرار التقدم العلمى والتكنولوجى ، حيث تشير الدراسات إلى أن مصادر الطاقة التقليدية الحالية ، كالبترول والفحم توشك على النفاذ خلال القرن القادم . ومن ثم يعكف العلماء على إجراء تجاربهم على استخدام مصادر جديدة للطاقة واستغلال الطبيعة من قوة الرياح والأمواج وسقوط المياه فى الشلالات ، وكذلك الحرارة الكامنة فى باطن الأرض واستخلاص الطاقة الشمسية من أغوار الفضاء ، إلا أن هناك العديد من المشاكل التى نواجهها فى هذا المجال منها على سبيل المثال التكاليف الباهظة ومخاطر تلوث البيئة .

وهنا سوف نلقى الضوء على الأبعاد المستقبلية لاستخراج الطاقة من النباتات والاعتماد على غاز الهيدروجين كحامل للطاقة النظيفة .

ففى مجال استخدام النبات كمصدر للطاقة يجب العثور على نباتات المواد العضوية عالية الطاقة سهلة الاستخراج ، من هذه النباتات يمكن الحصول على نواتج هيدروكربونية أو زيتية ، وفى بعض النباتات يمكن الحصول على مواد أخرى مثل البروتين والألياف . ومن أساليب معرفة نباتات الطاقة يقوم العلماء والخبراء بما يلى : زراعة النبات وحصده كاملا خلال موسم حمله للثمار ، ثم ترك النبات ليجف حتى يصبح كالهشيم ، ثم استخلاص النبات بمحلول الاسيتون ، ومن ثم فصل المواد المذابة فى الاستيون إلى قسمين بتجزئتها بين مذيب الهكسان والكحول المائى ، وتذوب عادة الزيوت النباتية فى محلول الهكسان أما تلك التى لا تذوب فى محلول الكحول المائى فتحتوى على الفينولات ومتعدد الفينولات التى تنتجها الشجرة ، ثم استخراج الهيدروكربونات التى تحتوى على صمغ ومطاط وكيماويات أخرى ـ وتعد شجرة السماق من أهم أنواع النباتات التى تعتبر مصدرا للطاقة الكيميائية، وهى شجرة خشبية معمرة ولكنها مصدر ممتاز لمتعدد الفينولات بما فى ذلك التأنينات التى تستعمل فى صناعة الجلود أو اللاصق بقليل من المعالجة الكيميائية ، وكذلك كالدائن للاستعمال فى الصناعات الخشبية . والتوسع فى زراعة هذا النبات فى المستقبل ستكون جدواه الاقتصادية أكبر من زراعة القمح أو فول الصويا .

نباتات الطاقة

١ - نبات الفربيون Euphorbia

هذا النوع من النباتات يشمل النوع من جنس الهيفيا التى يستخرج منها المطاط. وفى دراسة أجريت مؤخرا فى جامعة كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية على أحد أنواع الفربيون ، حيث جففت الشجرة حتى أصبحت نسبة الرطوبة فيها ٤٪ ، واستخلصت بعد سحقها بمذيب الهبتان المغلى لمدة ثمانى ساعات . والمادة التى استخلصت أعطت بعد فصلها بالتقطير زيتا ثقيلا بمحتوى حرارى مقداره ٤٢ كيلو جول للغرام . وهذا الزيت يشبه النفط الذى يعطى ٤٤ كيلو جول لكل غرام . ولقد استخلص ٣٠٪ من وزن الشجرة الجاف فى محلول المثيل المغلى لمدة ثمانى ساعات ، ووجد أن ٧٧٪ من هذه المادة تذوب فى الماء لتعطى السكريات التى يمكن تخميرها لإنتاج الكحول ، وما تبقى من العملية كلها يمكن حرقه لإنتاج الطاقة الكهربائية .

٢ - الغابة كمصدر للطاقة

منذ قديم الزمان اعتمد الإنسان فى الطهى والتدفئة على الخشب ، وما زال حتى الآن للخشب دور هام فى مجال الطاقة . فنرى على سبيل المثال أن ٩٦٪ من الطاقة المستهلكة فى تنزانيا هى من الخشب وكذلك ٣٠٪ من طاقة شبة القارة الهندية . والجدير بالذكر أن الغابات تغطى

عشر مساحة سطح الأرض ، وأن الخشب يمثل نصف طاقة الكتلة البيولوجية التى تحصل عليها الأرض وكوسيلة للوفاء بالمتطلبات يجب زراعة الغابات بالأشجار سريعة النمو .

ومن المعروف أن أكثر محاصيل الطاقة شيوعا فى العالم العربى هى حطب الوقود . وأن أغلبية أشجار الوقود التى تنمو فى البيئة العربية تتمتع بمواصفات جيدة من ناحية إعطاء إنتاجية معقولة ، إذا ما زرعت بطريقة مكثفة ، وأنها شديدة القدرة على الاحتمال وتقاوم الأمراض الشائعة والحشرات والأجواء المناخية القاسية .

٣ - زيت زهرة عباد الشمس

فى جنوب أفريقيا أجريت تجارب مكثفة على زيت زهرة عباد الشمس . ويتوقع الخبراء استخدامه كبديل للبترول خاصة فى مجال تسيير المركبات . وأكدت التجارب أن معظم الجرارات يمكن إدارتها بهذا الزيت وبدون إدخال أى تعديلات على آلات الجرار . كما أن كمية زيت عباد الشمس المستخدمة لن تزيد كثيرا عن الكمية نفسها من زيت البترول لتسيير الجرار المسافة نفسها ، ومن المتوقع أن تتساوى أسعار زيت عباد الشمس مع أسعار البترول . ولذلك سيجد هذا الزيت طريقا نحو الاستخدام واسع النطاق ، خاصة لو تمكن الخبراء من خفض أسعاره والتوسع فى زراعة نبات عباد الشمس واستنباط أنواع جديدة منه لتساير الإنتاج الاقتصادى لهذا المحصول الحيوى .

٤ ـ الطحالب

تغطى المحيطات ٧٠٪ من سطح الكرة الأرضية ، وقد بدأ العمل فى التفكير فى المحيطات كمصادر للمواد الأولية وكمصادر للطاقة مع بوادر نضوب الموارد الطبيعية على اليابسة ومع تفاقم أزمة الطاقة . ولعل معدلات نمو بعض الطحالب الضخمة قد دفع بمحاولات جادة لزراعتها فى المحيط . وحاليا ، بدأت الولايات المتحدة الأمريكية وخاصة فى ولاية كاليفورنيا مشروعا تجريبيا لزراعة الطحالب البحرية الجبارة على مساحة ربع فدان فى المحيط وكانت النتائج مشجعة ، ويأمل الخبراء أن تحل الطحالب المختبرة فى المستقبل عن طريق زراعتها فى مساحات كبيرة تبلغ ٤٦٠ ميلا مربعا داخل مياه المحيط إلى إنتاج كميات كبيرة من الغاز الطبيعة تساوى الكمية التى تستهلكها كل الولايات المتحدة الأمريكية مجتمعة .

ويمكن أن تجمع الطحالب وتجفف وتستعمل فى تغذية الطيور والماشية وتستعمل كأسمدة وكنوع من الوقود . كما تستخرج منها بعض العناصر النافعة كاليود والحديد والكالسيوم وغيرها من مواد الطلاء والدواء .

والجدير بالذكر أنه فى عام ١٩٤٩ م قدر العالم جافرون المحصول السنوى المائى للطحالب من نوع (كلوريللا) فى مساحة فدان واحد حوالى خمسين طنا من الوزن الجاف نصفها من البروتين وتحتوى على ١٠٪ دهونا . وهذا المحصول يزيد عدة أضاعف على أى محصول زراعى جزيل

العطاء ، كما أجرت ألمانيا أثناء الحرب العالمية الثانية بعض التجارب على بعض أنواع الطحالب التى تنتج الدهون ، خصوصا بعض الأنواع الخضراء . ووجد أن من بين الطحالب أنواعا مثل كلوريلا وسينودزمس تدر الدهون بوفرة . وهذا يجعل من عملية استزراع الطحالب مشروعا مربحا يستدعي أن يخطط من أجله برامج للاستثمار وترصد له الأموال لشحذ الهمم والالتفات إلى البحار والمحيطات لحل مشكلتى الطاقة والغذاء .

٥ - الهرمونات النباتية

لقد عكس التطور الرائع فى العلوم الطبيعية نفسه على العلوم التطبيقية، وهكذا نرى ازدهار العلوم الزراعية فى ظل تقدم علم الكيمياء . وباستعمال الهرمونات النباتية يمكن أن تجرى عمليات استنباط طبيعى كانت تستغرق عدة سنوات خلال بضع دقائق وتحدث ثورة فى الإنتاجية والأرباح والزراعة . ولعل مستقبل الشجرة كمصدر للطاقة باهر ومشرق بعد أن توصل العلماء إلى ما يشبه المعجزة فى دراسة الهرمونات وأثرها فى النباتات .

إن للسماد والرى والمبيدات الحشرية ومبيدات الحشائش أثر فى النبات ، ولكن للهرمونات أثارا أخرى عجيبة ومكاسب جديدة . فقد تؤدى مجموعة من الهرمونات إلى نمو الجذور ، وقد تؤدى مجموعة أخرى منها إلى نمو الساق ، ومجموعة أخرى تؤدى إلى تساقط الثمار ، ومجموعة خاصة تؤدى إلى مكافحة الحشرات الضارة .

والجدير بالذكر ، أن أول مجموعة من الهرمونات النباتية تم التعرف عليها هى ما يعرف باسم (الأكسجين) الذى ينتج الأوراق وقمم الأغصان . وقد وجد أن هذا الهرمون يشجع أجزاء النباتات المختلفة على النمو والنضج بمعدلات مناسبة ومعاونا على تكوين البراعم ومانعا لتساقط الأوراق بصفة نهائية . كذلك يؤثر الضوء فى نمو النبات من خلال طائفة من الهرمونات تسمى هرمونات (الجبريللينات) . وتؤتى الهرمونات ثمارها الملموسة فى مجالات كثيرة مثل تحسين الثمار وسرعة الاستنباط ووفرة الإنتاج .

٦ - نباتات الطاقة

هناك العديد من نباتات الطاقة التى أعطت نتائج مشجعة نذكر منها الأنواع الآتية : نبات الحور Poplar ، ونبات ايكالييتص Eucalyptus ، ونبات جار المار Alder ، وشجرة الحور القطنى Cotton wood ، وشجرة الجميز Sycamore . وقد ثبت أن شجرة ايكاليبتص الأسرع نموا ، ويعتمد اختيار الشجرة المطلوبة على عدة عوامل منها المناخ والمنطقة والعوامل البيئية الأخرى .

٧ - الوقود السائل

يتكون الجزء الأكبر من الأشجار سريعة النمو فى الغابات من الهيدركربونات وخاصة السيليلوز . وتعتمد برامج استخدام الكتلة البيولوجية على حرق الكتلة البيولوجية الناتجة ، لإنتاج بخار يستعمل فى تحريك توربينات لإنتاج الطاقة الكهربائية . والجدير بالذكر أن العديد من الدول تعتمد فى تسيير المركبات والسيارات على

الهيدروكربونات السائلة ، إضافة إلى أن العمليات الصناعية الكيميائية فى حاجة للهيدروكربونات السائلة كمادة أولية ، لذلك يبحث العالم اليوم عن مصادر جديدة للهيدروكربونات السائلة . ولعل الأشجار تحقق فى المستقبل مصدرا بديلا لهذه الهيدروكربونات .

والبديل الأمثل لتحويل الهيدروكربونات من النباتات الخضراء إلى وقود سائل هو استخدام نباتات تقوم بهذا التحويل بطريقة حيوية . ولعل شجرة مطاط (الهيفيا) Hevea هى أحسن أنواع الشجر وتنتج كميات ضخمة من الهيدروكربونات التى يستخدمها الإنسان . ويستخرج المطاط أيضا من شجرة جويلا Guayule . كما تنتج نباتات كثيرة معروفة بذورا زيتية تستعمل عادة للأكل مثل النخيل Plam Trees والقطن وبذر اللفت Rape Seed والقرطم أو العصفور Saffower والذرة الشامية Maize وكذلك الفول السودانى Peanut وغيرها كثير . ويمكن استعمال جميع الزيوت الناتجة كوقود بديل للديزل ، إضافة إلى استعمالها كمادة غذائية .

وهناك أشجار تنتج مواد زيتية فى جذورها مباشرة يمكن استعماله كوقود ديزل مثل أشجار الكبيبة Copaifera التى تنمو فى المناطق الاستوائية خاصة فى البرازيل . ويستخرج من هذه الأشجار زيوت ذات وزن جزيئى منخفض ، ويتم ذلك بعمل فتحة فى جذعها مباشرة ، ويستعمل هذا الزيت مباشرة كبديل لزيت الديزل فى مكائن الاحتراق الداخلى .

٨ - إنتاج الايثانول بواسطة التخمر

تعتبر دولة البرازيل أكثر بلدان العالم استخداما لقصب السكر فى إنتاج الايثانول (نوع من الكحول الايثيلى) بواسطة التخمر ، ويضاف

الايثانول إلى قطفات البترول وخاصة وقود السيارات (غازولين) للحصول على غازوهول gasohol ويشكل تحويل الكربوهيدرات من الكتلة البيولوجية إلى ايثانول ، كوقود سائل مفيد . ومن المعروف أن الايثانول يعتبر مصدرا مفيدا للمواد الأولية الكيمائية لبعض الصناعات مثلا بولى ايثيلين . ويمثل سكر المائدة (السكروز) عادة المادة الأساسية لإنتاج الايثانول بالتخمر ، كما يستعمل السيليلوز بعد تحويله إلى غلوكوز لنفس الغرض .

٩ - إنتاج الميثانول من الخشب

يحضر الميثانول (الكحول الميثيلى) بواسطة التقطير الاتلافى للخشب والمواد السيليوزية ، ولكن بكفاءة إنتاجية منخفضة نسبيا . ويبدو أن هدرجة السيليوزن ستعطى مقدارا أكبر من الميثانول ونواتج أخرى مفيدة . وتعتمد هذه العملية على توفير الهيدروجين بصورة اقتصادية ، حيث أن الهيدروجين نفسه يعتبر وقودا رائعا ومادة أساسية أولية فى الصناعة .

١٠ - هيدرة السيليلوز

بذلت فى الآونة الأخيرة محاولات كثيرة لتحويل السيليلوز اقتصاديا إلى غلوكوز ، ويستعمل الغلوكوز بعد تخميره فى إنتاج الايثانول . والجدير بالذكر ، أن السيليلوز يتحول بعد طحنه جيدا بتأثير الإنزيمات السيليلوزية والسليوبياس إلى غلولكوز . ويمكن الحصول على هذه الإنزيمات من كائنات مختلفة مثل الفطريات Trichoderma .

الهيدروجين حامل الطاقة

في الآونة الأخيرة برزت أهمية توليد الطاقة من غاز الهيدروجين . ولكي نوضح ذلك دعنا نتناول فيما يلي بعض من الخصائص الفيزيائية والكيمائية لهذا الغاز .

بداية ، نعلم أن غاز الهيدروجين يتكون من ذرات صغيرة تحتوى على بروتون واحد (يحمل شحنة موجبة) في قلب الذرة ويدور حوله إلكترون واحد (يحمل شحنة سالبة) وفي مدارات مختلفة . وذلك فإن ذرة الهيدروجين متعادلة كهربيا . وقد اكتشف غاز الهيدروجين لأول مرة في عام ١٧٦٦ وتمت معرفة كيفية احتراقه مع غاز الأكسجين وتكوين جزىء الماء .

ويعتبر غاز الهيدروجين من أكثر العناصر توافرا في الطبيعة . كما أن النجوم تتكون أساسا من غاز الهيدروجين ويتحدد عمرها من مدى مخزونها من هذا الغاز . فعلى سبيل المثال تتكون النجوم الحديثة من كتلة غازية ١٠٠٪ من الهيدروجين ، وبمرور الزمن يستهلك النجم وقوده الهيدروجيني في التمدد وتكوين العناصر الثقيلة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة والضغط ، مما يؤدى إلى اندماج ذرات الهيدروجين وتكوين عنصر الهيليوم التى تندمج ذراته بالتتابع ، وبذلك تتكون العناصر الثقيلة . أما بالنسبة إلى شمسنا فهى تحتوى على ٩٩٪ من كتلتها الغازية من الهيدروجين . أما مصادر الهيدروجين على الأرض فهى كثيرة وأهمها

ذلك المخزون المائى الهائل فى المحيطات والبحار والأنهار ومياه الأمطار، كذلك يوجد متحدا مع غاز النيتروجين والكبريت فى مركباتهما التى تخرج مع الغازات البركانية . أما الهيدروجين الحر فيتواجد بكميات قليلة فى الطبيعة حيث أن نسبة تواجده فى الهواء لا تتعدى ٠,٠١٪ .

وخلال العقدين السابقين اهتمت الدول المتقدمة بمحاولة استخدام الهيدروجين كحامل للطاقة ورصدت من أجل ذلك مبالغ كبيرة للحصول على نتائج إيجابية فى هذا المجال ، خاصة بعد نجاح الولايات المتحدة الأمريكية فى تفجير القنبلة الهيدروجينية وانبعاث طاقة هائلة تعادل ٢٠٠ مرة قدر الطاقة المنبعثة من تفجير القنبلة الذرية الناتجة من انشطار النوى الثقيلة القابلة للانشطار مثل اليورانيوم والبلوتونيوم .

والجدير بالذكر ، أن من أهم المشاكل البيئية التى نعانى منها الآن والناتجة عن استعمال المشتقات البترولية فى وسائل النقل المختلفة ، هى تلك العوادم المتولدة من عملية الاحتراق ، وهى تحتوى على أكاسيد نيتروجينية تتحلل بمساعدة طاقة الشمس الضوئية، وينتج عنها ذرات أكسجين حرة نشطة تتحد بدورها مع جزيئات الأكسجين الموجود فى الهواء ليتكون الأوزون الضار بالكائنات الحية . هذا بالإضافة إلى تفاعل الأكسجين الذرى مع بعض المركبات الهيدروكربونية ، ويؤدى ذلك إلى تكوين سلسلة من الملوثات الغازية المؤذية . كما تنتج العوادم غازى أول وثانى أكسيد الكربون .

من أجل ذلك تتكاتف الجهود العالمية بغية الحفاظ على البيئة وعلى صحة الإنسان . وتنبه العلماء إلى أهمية استخدام الهيدروجين كمصدر

حامل للطاقة النظيفة . وقد نجحت بالفعل وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) فى استعمال غاز الهيدروجين كوقود فى الصواريخ المستخدمة فى إطلاق المركبات الفضائية . كما نجحت شركة بوينغ الأمريكية فى استعمال الهيدروجين كوقود للطائرات . وتم اختيار طائرات البوينغ ٧٤٧ والتى زودت بحاويات إضافية لتخزين الهيدروجين بها . وكان من أهم النتائج فى هذه التجارب أن استخدام الهيدروجين يقلل من الكتلة الكلية للطائرة بنسبة ٣٣٪ بالمقارنة باستخدام البنزين ، وزيادة معدل الخلط بالهواء نظرا لزيادة معدل انتشار الهيدروجين ، وارتفاع كفاءة الاشتعال الذاتى ، وأن نواتج الاحتراق غير ملوثة للبيئة .

وتتابعت بعد ذلك جهود العديد من الدول المتقدمة من أجل التوسع فى استخدام الهيدروجين كوقود لتشغيل وسائل النقل الأخرى من سيارات خاصة وأوتوبيسات وشاحنات وخلافه ، وقد أنتجت بالفعل بعض الشركات الألمانية الهيدروجين السائل وأنشأت محطات خاصة لتخزينه وإمداد وسائل النقل المختلفة به . وقد اعتمدت فى ذلك على طريقة التحليل الكهربى للماء . واستمرارا لهذه الجهود عقد مؤتمر دولى بمدينة شتوتغارت الألمانية عام ١٩٩٦م تحت عنوان (مستقبل الهيدروجين الحامل للطاقة) ، وقد حضر المؤتمر جمع من المتخصصين والاقتصاديين وصناع القرار المهتمين بهذه القضية . وكان من أهم التوصيات التى تمخض عنها المؤتمر ضرورة التنسيق وتوحيد الجهود العالمية من أجل وضع استراتيجية عالمية لإنتاج واستعمال الهيدروجين كمصدر للطاقة النظيفة . وتتضمن هذه الاستراتيجية اشتراك كافة الدول فى رصد الأموال

اللازمة لاستمرار البحوث من أجل إنتـاج الهيدروجـين السـائل بتكـاليف اقتصادية تكون فى متناول جميع الدول .

وفـى هـذا الشـأن يتوقـع خـبراء الاقتصـاد أن يشـهد القـرن الحـادى والعشرون ثورة تكنولوجية هائلة فى مجال استعمال الهيدروجين السائل ، كبديل للطاقة النووية المستخدمة فى توليد الطاقة الكهربية من المفـاعلات الذرية التى تؤدى إلى تلوث البيئة .

لذلك ، أناشد كافة المسؤولين وصناع القرار فى العالم العربى بالاهتمام بمستقبل الطاقة النظيفة ومواكبة الاهتمام العالمى فى هذا المجال ، وأقترح تأسيس مؤسسة عربية علمية تكنولوجية تعنى بتطويـر هـذه الدراسـات ، وتكوين الكوادر الفنية والعلمية اللازمة لها للعبور بوطننا العربـى إلى آفـاق التقدم والازدهار .

الفصل الرابع

قرون استشعار علمية

- الاستشعار ونظم الإنذار
- الليزر شعاع القرن العشرين
- الليزر وسر الحاسة السادسة

الاستشعار ونظم الإنذار

من المعروف أن الاستشعار هـو جـهاز يسـتجيب للمؤثـرات الفيزيائيـة مثل الحرارة والضوء والصـوت والضغـط والمغناطيسـية . وكذلـك يسـتجيب للإشارات الناتجة عن الحركات الخاصـة للأجسام . ونتـائج الاستشـعار ترسل على هيئة قياسات وعمليات تحكم . ويستخدم الاستشعار في شتى الأغراض المدنية والعسكرية ، على سبيل المثال يسـتخدم الاستشعار فـى مجال المسح الجيولوجى لدراسة التضـاريس الأرضيـة واكتشـاف الـثروات المعدنيـة والمـواد الأوليـة ومعرفـة مخـزون الميـاه الجوفيـة وتحديـد أمـاكن تواجدها . كما يمكن بواسطة الاستشعار التنبـؤ بأمـاكن الكـوارث ودراسـة الزلازل الأرضية وحركة الرياح ومعرفة الطقس . والاستشعار يستخدم فـى المجال الزراعى والبيئة والمحميات الطبيعية وفى علوم الفضـاء والأرصـاد الفلكية .

وللاستشعار تطبيقات عديدة فى المجال العسكرى خاصة فى عمليـات التجسس وكنظم للإنذار المبكر ضد أى احتمال بحدوث هجوم مباغت على القوات . ويمكن بواسطة الاستشعار تحديد مكـان وتوقيـت الهجـوم بدقـة فائقة . ونظم الإنذار ثلاثة أنواع تعمل فى المدى الطويل والمتوسط والقصير. والإنذار فى المدى الطويل يسمى الإنذار السياسى الذى يعتمد على معرفـة القدرات الدبلوماسية والسياسية والاقتصادية والعلمية والتكنولوجية وعمل نموذج حسابى يوضع أمام متخذ القرار للتكهن بإمكانية إعلان الحرب من

قبل قوى مناهضة . وفى هذه المرحلة تلجأ الدولة المعتدى عليها بتعزيز طرق الدفاع وإتباع أسلوب التفاوض . وعادة يكون الإنذار السياسى محفوف بالغموض وعاجز عن كشف نوايا الخصم ، وغالبًا ما يؤدى إلى نتائج غير دقيقة للأوضاع السائدة .

أما الاستشعار فى المدى المتوسط ويطلق عليه الإنذار الاستراتيجى فعادة يمتد إلى عدة أسابيع أو عدة أيام قبل التكهن بالهجوم الوشيك . وفى حالة الإنذار قصير المدى والذى يطلق عليه الإنذار التكتيكى فيستغرق بضعة ساعات وأحيانًا بضعة دقائق فى إعلان حالة الحرب .

والجدير بالذكر أن كل من عمليات الإنذار والرصد تعتمد على طريقة الاستشعار . وأجهزة الرصد توضح إمكانيات الجيوش ومواقع القوات وحجمها وأنشطتها وأسلحتها . وأيضًا التغيرات فى القدرات السياسية والاقتصادية . وتحتوى نظم الإنذار على حاسبات آلية معقدة لتحليل النتائج والبيانات التى ترسل إلى مراكز المعلومات الخاصة . هذه النظم مصممة بشبكة اتصالات فائقة للربط بين القدرة على الفعل ورد الفعل المناسب . وبالطبع الاستشعار بواسطة العين المجردة يعتبر ذو أهمية خاصة بالمقارنة بالاستشعار الذى يتم بواسطة التلسكوبات والكاميرات وأجهزة الاستشعار الحرارى والتحسس الضوئى أو بواسطة الرادارات المختلفة أو بالطرق السمعية أو الاهتزازات أو باستخدام الكواشف الكيميائية والنووية .

والجدير بالذكر أن تحليل البيانات فى نظم الإنذار تحتاج إلى برامج حسابية معقدة وتمثل هذه العملية أصعب مراحل الاستشعار وتحتاج إلى تدريب لاكتشاف عمليات الحيل والخداع خاصة أثناء المعارك .

ومن المعروف أن الجيوش تعتمد على فرق الاستطلاع وسلاح الإشارة اللذين يعملان على توفير الحماية لجوانب ومؤخرة الجيوش . وكذلك معرفة مواقع العدو .

وقديمًا كانت الدول تلجأ إلى استخدام الحيوانات ، مثل الكلاب والخيول فى عمليات الرصد والإنذار ، ثم تطورت الوسائل وأصبح الاستطلاع يتم بالمراقبة من أعلى الأبراج ، ولذلك شيدت الأسوار العالية حول المدن مثل (سور الصين العظيم) . وفى القرن الثامن عشر استخدم الفرنسيون المنطاد الحربى فى أغراض الاستطلاع . وفى عام ١٨٦٣م استخدم الأمريكان نفس الأسلوب أثناء الحرب الأهلية .

أما فى مجال الحروب البحرية فانعدمت تقريبًا عمليات ونظم الإنذار، وكانت تعتمد إلى حدٍ كبير على سفن سلاح الحدود . ولم يتسم استخدام وسائل الاستشعار فى نظم الإنذار البحرى إلا مع تطور صناعة الغواصات وتكنولوجيا الأعماق .

وفى عام ١٩٠٤ م استخدم اليابانيون لأول مرة كواشف ضوئية أثناء الحرب اليابانية الروسية . وفى عام ١٩١١م استعمل الإيطاليون لأول مرة الطائرات أثناء الحرب الإيطالية التركية ، وأظهرت قدرات فائقة على الرصد والاستطلاع . وفى عام ١٩١٤م تطورت المناظير الحربية والتلسكوبات والتلغراف والتليفونات . ثم تطورت أجهزة الاتصال الراديوية التى أعطت مميزات الرصد الفورى . كما ظهرت وسائل الرصد الهوائى وزاد مدى الرؤية ، خاصة الرؤية الليلية .

وأثناء الحرب العالمية الثانية تم اكتشاف الرادار وهو جهاز استشعار كهرومغناطيسي يستخدم في رصد وتحديد مكان واكتشاف الأجسام من مسافات مختلفة ويعمل في مدى ترددي واسع ابتداء من الترددات المنخفضة عند ٣٠ ميجا هرتز إلى الترددات العالية عند ٤٠ جيجا هرتز . هذا النظام الراداري استبدل بدلاً من نظام التنصت البطيء العتيق الذي كان سائداً في ذلك الوقت .

وفي عام ١٩٤٥ م ومع تطور التكنولوجيا النووية وصناعة الصواريخ العابرة للقارات أصبح هناك بعدًا جديدًا في تطوير نظم الاستشعار والرصد والإنذار . وأخذت نظم الإنذار المختلفة أهمية خاصة بالمقارنة بالإنذار السياسي السائد . كما أخذت نظم الإنذار ضد الهجوم النووي أبعادًا جديدة للحفاظ إلى إمكانية الردع النووي الانتقامي . ومن أجل ذلك كانت تجوب الفضاء الطائرات العملاقة حاملة القنابل النووية لتكون في حالة استعداد على الردع النووي في أي وقت وأيضًا لتتجنب عمليات تدميرها وهي على الأرض . وكذلك اتخذت كافة الاحتياطات عند الإنذار المبكر بتأمين سلامة المواطنين وإنشاء الملاجئ الآمنة المجهزة .

واليوم نشاهد من الناحية العملية تطور متسارع في نظم الاستشعار والإنذار المبكر خاصة مع تطور صناعة الطائرات والهليكوبتر والغواصات والأقمار الصناعية والدوائر التليفزيونية والليزرات بأنواعها المختلفة والمغناطيسيات والأدوات السمعية والكواشف الكيميائية والنووية وكواشف الأشعة تحت الحمراء .

ولم يطرأ تغير كبير على المناظير الحربية والتلسكوبات التى تعتمد أساسًا على المدى المرئى للضوء . أما بخصوص أجهزة الرصد الاهتزازية والحركية والجيروسكوبية فقد شهدت تطورًا كبيرًا لتشمل الرصد السطحى للمركبات والآليات والبواخر والطائرات . كما تطورت أجهزة الرصد الليلى التى اعتمدت على انعكاس ضوء القمر أو النجوم من الأهداف واستقبالها على شاشات خاصة . هذه الصور يمكن تكبيرها إلكترونيًا واستقبالها على شاشات تليفزيونية باستخدام أنابيب الشعاع الكاثودى .

كما تستعمل الآن أجهزة تليسكوبية متناهية فى مساعدة القناصة على الرؤية الليلية وتحديد الأهداف بدقة فائقة . وتزود الهليكوبتر بأجهزة تليفزيونية ذو مناسيب منخفضة للضوء وتعمل فى مدى الأشعة فوق البنفسجية أو الأشعة تحت الحمراء التى تستخدم فى الرؤية الليلية .

وبالنسبة للتصوير التقليدى باستعمال المستقبل الهوائى فيحتاج إلى خبرات خاصة ويكون غير دقيق فى أغلب الأحيان . وقد استبدلت هذه الطريقة بأجهزة حديثة تعمد على التصوير الحرارى والتداخل الاهتزازى . ولتغطية مساحات شاسعة تستخدم كاميرات خاصة مرتبطة بماسح إلكترونى لتسجيل الصورة بجودة عالية . وتستخدم هذه الطريقة فى رسم الخرائط .

وأصبح للاستشعار بواسطة كواشف الأشعة تحت الحمراء أهمية خاصة ومنها ما يعمل بالوسائل الأرضية أو بالطائرات أو بالمركبات الفضائية . ويمكنها رصد البقع الساخنة الصادرة من موتورات المركبات أو الماكينات

أو عوادم الصواريخ أو حتى الصادرة من المعسكرات . هذه الكواشف حساسة ويمكنها التمييز بين الأهداف الحقيقية والمزيفة التى تلجأ الجيوش إليها للتمويه أثناء المعارك .

أما الرادارات فتستخدم في العديد من الأغراض . ومنها صغير الحجم الذى يستخدم فى عمليات الرصد الفائق ومتوسط الحجم يستخدم فى رصد المركبات ومدافع المورتر والدبابات . أما الرادارات كبيرة الحجم فتستخدم فى أغراض البحث والتحكم فى سلاح الدفاع الجوى وتوجيه طائرات المطاردة والصواريخ سطح - جو . ومن المعروف أن الرادارات فى الطائرات تستخدم بغرض الكشف عن الطائرات المغيرة والتحكم فى توجيه الصواريخ جو - جو . كما أنها تستعمل فى الطائرات القاذفة لاكتشاف الأهداف الأرضية الثابتة والمتحركة وتجنب الحواجز والسدود . وتستخدم فى طائرات النقل الجوى للإنذار ضد هجمات طائرات العدو والكشف عنها . وتستخدم القوت البحرية الرادارات للكشف عن المعدات السطحية والبواخر . كما تستخدم الرادارات فى المركبات الفضائية لتحديد نماذج لكافة الأنشطة الأرضية المدنية والعسكرية . ومن المعروف أن أجهزة الرادار ذو الترددات العالية لا تعمل بكفاءة بالقرب من محور الأفق الأرضى حيث أن هذه الموجات تنعكس من طبقة الأيونوسفير .

والجدير بالذكر أن المستقبلات الراديوية يمكنها تحديد رادارات العد ويمكنها التدخل لفك الشفرات الخاصة بها وبالتالى يمكن تضليل العدو وإرسال بيانات غير صحيحة .

وفى العقود الثلاثة الماضية تطورت التكنولوجيا السمعية التى تسمى (السونار) التى تستخدم للكشف عن الغواصات . هذه الأجهزة تعتمد على الموجات الصوتية التى تصدر عنها واستقبال صدى تلك الموجات المنعكسة من جسم الغواصة . ويعمل جهاز السونار على سفن السطح أو الغواصات السطحية أو يدلى بالكابلات من الهليكوبتر ويغمر بالماء . وتعانى أجهزة السونار من عامل الإعاقة خاصة الطاقة الصوتية للماء وكذلك الضوضاء والانعكاسات الصوتية من قاع البحار . ويمكن للسونار أن يستخدم كاستشعارات أرضية لرصد المركبات المتحركة على الطريق كما تستخدم فى رصد التفجيرات النووية .

وقد ابتكرت كواشف اهتزازية تسمى (جيوفون) وتستعمل استشعارات لرصد المركبات . هذه الكواشف تتأثر بالضوضاء الناتج عن حركة الحيوانات .

كما تطورت تكنولوجيا الكواشف المغناطيسية التى تركب فى الطائرات وتستخدم فى رصد الغواصات خاصة تلك التى تصنع من كتل معدنية كبيرة وتسبب توتر فى شدة المجال المغناطيسى الأرضى . ويمكن إخفاء هذه الكواشف تحت الأرض للكشف عن المركبات المارة .

وتعتمد الكواشف النووية على قياس درجة الاهتزازات الناتجة عن التفجير النووى وعلى مسافات بعيدة جدًا تقدر بمئات الكيلومترات . أما الكواشف الكيميائية فيمكنها رصد الأفراد على مسافات قريبة وتعتمد على الإفرازات الآدمية . هذا وقد تطورت أجهزة الاستشعار عن بعد

بغرض الإنذار المبكر خاصة مع تطوير الكواشف متعددة الأغراض التي تغطي مدى طيفي كهرومغناطيسي واسع . كما أن إنتاج أجهزة ليزرية صغيرة الحجم قد ساعد على تطوير الرصد الليلي بكفاءة عالية . هذ النظم أصبحت أكثر فاعلية وتحتوى على مركبات بصرية متطورة خفيفة الوزن ومنخفضة التكاليف . كما تطورت تكنولوجيا التصوير والأفلا الحساسة فائقة الدقة والتي يمكن تحميضها سريعًا بالطرق الحرارية . هذ وقد تم إدخال الرادارات ذو نظام المجاميع الذى يمكنه رصد الأهداف المتحركة والتحكم في الرصد بواسطة الحاسب الآلى . كما تطورت تكنولوجيا الرادارات المحمولة جوًا ذو الدقة الفائقة .

وهناك العديد من نظم الإنذار المبكر الحديثة التى تستخدم في سلاح الدفاع الجوى للدول نذكر منها النظام الأمريكي Semi Automatic Ground Environment "SAGE" وكذلك النظام BUIC للتحكم . وفي أوروبا يستعمل نظام Nato Air Defense Ground Environment "NADGE": وهناك العديد من الأنظمة المختلفة التى تستخدم في البلاد المختلفة . هذه الأنظمة تعتمد على أجهزة الحاسب الآلى المعقدة التي تستخدم فى تحليل البيانات المستقبلة وتعطى تصور واضح حول تقييم موقف الهجوم واتخاذ قرار التصدى له بالصواريخ سطح – جو . وقد طورت الولايات المتحدة الأمريكية نظام جديد يسمى “AWACS” Airborn Warning And Control System الرادارى ويتكون من رادار كبير ونظام كمبيوتر وشاشات عرض ونظام للتحكم ولا يتأثر بالضوضا ويعمل الذى خلف الأفق الأرضى ويمكن حمله بواسطة الطائرات الكبيرة .

وفى العقدين الماضيين تطورت صناعة الصواريخ البلاستيكية هذا النظام الصاروخى يحتوى على أجهزة إنـذار ذاتـى ونظـام رادارى معقـد ويمكـن لهذا النظام قياس السرعات لمختلف الأجسام.

وبالنسبة للمراقبة الفضائيـة فقـد تطـورت نظـم الـرادار متعـدد الحـزم الإشعاعية التى يتحكم فى توجيهها عن بعد.

والماسح الإلكـترونى فـى هـذا النظـام يتحـرك بسـرعة كبـيرة بالمقارنـة بالهوائى الميكانيكى. ويستطيع هذا النظام متابعة عدة أجسـام فـى وقـت واحد. وقد أمكن ربط الرادارات المستخدمة فى الصواريخ البلاستيكية مع شبكة الرادارات الفضائية مما أكسبها دقة فى التصويب والإصابة.

وبالنسبة للكواشف النووية فقـد تم تطويـر أجـهزة قيـاس الاهـتزازات والتى تسمى Seismometer وتستطيع هـذه الأجـهزة تسـجيل الحركـات غير الاعتيادية التى تنتج عن التفجيرات النووية وعلى مسـافات بعيـدة. ولتقليل تأثير الضوضاء التى تؤثر على دقة القياس تستخدم هذه الأجـهزة فى مجموعات لتقوية الإشارات المستقبلة واستبعاد الإشارات غير المرغوب فيـها. وفـى حالـة التفجـيرات النوويـة الضعيفـة يختلـط الأمـر وتعتـبر التحليلات مقارنة بالزلزال الأرضى الضعيف.

وعادة تستعمل الكواشف النووية فى الجـو أو الفضـاء، كمـا يسـتعمل الاستشعار السمعى للكشف عن التفجيرات النووية ويمكـن جمـع عينـات من نواتج المواد المشعة بواسطة الطائرات أو الصواريخ. كما يمكن تسجيل الإضرابات التى تحدث فى طبقة الأيونوسفير. أمـا التفجـير النـووى فـى

الفضاء فيمكن متابعته بواسطة الأقمار الصناعية . وهناك كواشف لانبعاث الأشعة السينية وأشعة جاما أو الأشعة النيوترونية . وبالطبع تطورت تكنولوجيا طائرات الاستطلاع بدون طيار والتى تزود بمثل هذه الكواشف والقيام بأعمال المراقبة .

وبناء على ما تقدم يمكننا القول أن التقدم فى مجال الاستشعار ونظم الإنذار قد ساهم فى تغيير إستراتيجيات الجيوش ليس بالنسبة لتحسين السلاح بل أيضًا فى معالجة المعلومات واتخاذ القرارات . وأصبح من الواجب تحديد ورقابة تطوير أسلحة المستقبل فى مجال الصواريخ والأقمار الصناعية ومراكب الفضاء المسكونة ليشمل أيضا الرقابة على برامج الفضاء لجميع الدول وأن يشمل تحديدًا واضحا لأهدافه .

الليزر شعاع القرن العشرين

يعود الفضل فى اكتشاف أشعة الليزر فى النصف الثانى من القرن العشرين إلى التطور المتسارع للفيزياء الحديثة ، واستيعاب الأفكار الأساسية عن طبيعة الضوء والموجات الكهرومغناطيسية . وتعتبر الفترة التى اكتشف فيها الإلكترون (جسيم متناه الصغر تساوى كتلته ٩,١ × ١٠$^{-٣١}$ كيلو جرام وله شحنة سالبة مقدارها ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم) وكذلك الأشعة الموجية فاتحة عهد جديد للفيزياء الحديثة . فقد أعطى هذان الاكتشافان أدلة مهمة عن التركيب الذرى . وكان لنشوء النظرية النسبية وميكانيكا الكم أوائل القرن العشرين الفضل فى تغيير مفهومنا حول العالم المتناهى فى الصغر . وقد تبلورت هاتان النظريتان فى ظاهرة فيزيائية واحدة وهى الأمواج الضوئية . فقامت النظرية النسبية بمعالجة انتقال الضوء بينما تكفلت نظرية ميكانيكا الكم بتفسير الانبعاث الضوئى وامتصاصه . وكان لتطور نظريات الضوء أثر مهم فى اكتشاف الليزر المميز الذى أطلق عليه العلماء شعاع القرن العشرين .

وفيما يلى سوف نستعرض بإيجاز تاريخ تطور النظريات الضوئية .

من أقدم النظريات في تفسير الضوء هى نظرية اللمس وفيها يفترض أن العين ترسل الضوء فيسقط على الأجسام ويضيئوها ، وبهذا يمكن للعين رؤيتها . وقد عمرت هذه النظرية طويلاً إلى أن فندت بعد أن عرف

الإنسـان نظريـة الانبعـاث ومفادهـا أن الأجسـام المرئيـة هـى التـى تشـع جسيمات مضيئة وبمجرد سقوط هـذا الضـوء علـى المنطقـة الحساسـة مـن العين تتم الرؤيا . ثـم وضـع العـالم الإنجلـيزى (إسـحاق نيوتـن) فـروض نظرية الجسيمات ، حيث اعتقـد أن المصـدر الضوئـى يرسـل بجسـيمات دقيقة مرنة فى كل الاتجاهات تكون سريعة الانتشـار وتسير فـى خطـوط مستقيمة . وبالفعل استطاع نيوتن من تفسـير بعـض الظواهـر مثـل ظـاهر الانعكاس ولكنه أخفق فى تفسـير انكسـار الضـوء وانتشـاره بـين الأوسـاط المختلفة . وتمكن العالم (هيجنز) من وضع أسس النظرية الموجية للضوء ، حيث فرض أن الضوء عبارة عن سلسلة من الموجات تكـون جبهاتـها فـى اتجاه عمودى على مسارات أشعة الضوء . كما هو الحال فى موجات الماء عند إلقاء حجرًا فى الماء الهادئ . وبعد ظهور النظريـة الكهرومغناطيسـية على يد العالم (ماكسويل) فى نهاية القرن التاسع عشـر الميـلادى وفرضـه أن الضوء هـو موجـات كهرومغناطيسـية وطاقتـه موزعـة بالتسـاوى بـين المجالين الكهربائى والمغناطيسى المتعامدين مع بعضهما والعموديـين علـى اتجاه انتشار الموجة .

والجدير بالذكر أن النظرية الكهرومغناطيسية قدمـت تفسـيرات عمليـة مقنعة عن الانعكاس والانكسار والتداخل والحيود الضوئى . لكنها فشـلت فى تفسير ظاهرة الانبعاث الكـهروضوئى ، عنـد تشـعع مـادة مـا بـالضوء وينبعث منها إلكترونات .

وفى القرن العشرين خاض العلمـاء الفيزيـائيون وسـط هـذه التناقضـات العالم المجهول للـذرة . وشـهد هـذا القـرن ثـورة فـى العقـول والمعـامل . فجاءت نظرية الكم للعالم الألمانى (ماكس بلانك) الـذى افـترض فيـها أن

انتقال الطاقة بين الضوء والمادة يجرى بوحدات غير قابلة للتجزئة وأطلق على هذه الوحدات اسم (الفوتون) الذى هو طاقة كهرومغناطيسية نقية . وتتوقف طاقة كل فوتون علي تردد الضوء . وفى بادئ الأمر واجهت هذه النظرية اعتراضات كثيرة ، حتى استطاع العالم (ألبرت أينشتين) تأكيد صحة النظرية الكمية عند تطبيق مبادئها على ظاهرة الانبعاث الكهروضوئى . وفى عام ١٩١٣م ، نجح العالم (نيل بوهر) من وضع نموذج الذرة معتمدًا على مبادئ نظرية الكم ومستفيدًا من النموذج الذى وضعه العالم (راذرفورد) عام ١٩١١ م. وافترض بوهر أن الإلكترونات تدور حول النواة (المشحونة بشحنة موجبة) فى مناسيب للطاقة . فيكون منسوب الطاقة الأقرب إلى النواة هو الأوطأ بينما يكون المنسوب الأبعد هو الأعلى طاقة . واستنتج بوهر أن الذرة إذا ما اكتسبت طاقة من مصدر ما فإن إلكترونًا ينتقل من منسوب الطاقة إلى منسوب طاقة أعلى . فى هذه الحالة يقال أن الذرة متهيجة . وبعد فترة وجيزة يسقط الإلكترون المتهيج من المنسوب الأعلى إلى المنسوب الأوطأ وتشع الذرة طاقة على هيئة فوتون تعتمد طاقته على مقدار التغير الحاصل فى الطاقة بين مناسيب الذرة . ويمكن اعتبار نموذج (بوهر) للذرة بأنه ميلاد أشعة الليزر .

كان نموذج (بوهر) للذرة محفزًا للعالم الفرنسى (دى برولى) الذى وضع عام ١٩٢٤ م نظرية الموجات المادية ، انبثق عنها علم ميكانيكا الكم الذى حسم الاعتراضات القائمة بين النظرية الكهرمغناطيسية ونظرية الكم . وفى عام ١٩٢٧ ظهرت النظرية الحديثة التى اعترفت بالسلوك الثنائى لطبيعة الضوء ، أى أن (طاقة الشعاع الضوئى تنتقل على شكل فوتونات وضمن مجال موجى) .

والآن دعنا نستعرض فكرة تصميم أجهزة الميزر والليزر الذى يعتبرهما الخبراء العهد الجديد لتكنولوجيا القرن العشرين :

بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية اتجهت أنظار العلماء إلى إجراء المزيد من البحوث والدراسات على الموجات الكهرومغناطيسية وخاصة الموجات الميكرومترية الدقيقة ، لأهميتها آنذاك فى مجالى الاتصالات والرادارات .

وفى عام ١٩٥٤ م ، نجح العالم الأمريكى (شارلز تاونس) من تضخيم الموجات الدقيقة بواسطة التحريض على انبعاث الأشعة . وقد اختار الترددات الذى يعتمد عليها فى الرادارات . وبذلك حصل على أول شعاع ميزر فى تاريخ البشرية . وكلمة ميزر مشتقة من المصطلح الإنجليزى :

Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation (MASER).

وتعنى باللغة العربية : (تضخيم الموجات الدقيقة بواسطة التحريض على الانبعاث الإشعاعى) .

وكان الهدف الأساسى من بناء جهاز الميزر هو إمكانية استخدامه كمكبر للموجات الدقيقة ومولد للإشارات عالية الدقة .

وفى عام ١٩٥٧ م نجح العلماء السوفيت (قبل التفكك) «باسوف ويروخوروف وبلومبيرجن» من تصميم أجهزة ميزرية أخرى تعتمد فى تشغيلها على الضخ البصرى . واستخدمت هذه الأجهزة فى علم الفلك الراديوى وفى أجهزة الرادار .

ومنذ ذلك الوقت ، تطلع العلماء إلى تطوير ظاهرة التحريض للحصول على شعاع فى المدى المرئى للضوء وفى المدى الطيفى للأشعة تحت الحمراء غير المرئية .

وفى عام ١٩٦٠ م نجح العالم الأمريكى (ميامان) من تصميم أول جهاز يطلق شعاع ليزر فى العالم . استخدم فى هذا الجهاز بلورة من الياقوت الصلب كوسط فعال تحتوى على نسبة ضئيلة من أكسيد الكروميوم . واستطاع ميامان من ضخ هذه المادة بواسطة مصباح وميضى من غاز الزيتون لتهيج الكروميوم . وبالتالى أمكنه الحصول على شعاع ضوئى لونه أحمر قانى عند الطول الموجى ٦٩٤٠ أنجستروم (واحد أنجستروم يساوى ١٠^-١٠ من المتر) . وفى نفس العام تمكن العالم (جافان) ومجموعته فى مختبر بل الأمريكى الشهير من تصميم وتشغيل أول ليزر غازى يحتوى على خليط من غازى الهليوم والنيون ، والذى يولد أشعة الليزر فى المدى الطيفى للضوء الأحمر عند الطول الموجى ٦٣٢٨ أنجستروم .

بعد ذلك توالت البحوث وأمكن تصنيع أجهزة ليزرية عديدة تعتمد على مختلف المواد فى حالتها الصلبة والسائلة والغازية . والجدير بالذكر أن كلمة ليزر مشتقة من المصطلح الإنجليزى :

"Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (LASER).

وتعنى باللغة العربية : (التضخيم الضوئى بواسطة الانبعاث التحريضى للإشعاع) .

ومن المعروف لنا أن مصادر الضوء التقليدية كالشمس والمصابيح الكهربائية، تشع الضوء مشتتًا في جميع الاتجاهات وبأطوال موجية مختلفة موزعة على حزمة واحدة من الطيف . ويسمى مثل هذا الضوء (بالضوء غير المتوافق) "incoherent" . ولإنتاج حزمة ضوئية ن متوازية يكون ضروريًا وضع المصدر الضوئي في البعد البؤري لمرآة عاكسة . وبما أن للمصدر الضوئي حجمًا محددًا غير نقطي بشكل تام ، فإن الحزمة الضوئية الناتجة لا تكون متوازية بشكل كامل وتعاني من تشتت نسبي . وللحصول على حزمة متوازية ورفيعة من الضوء التقليدي لابد من استغلال جزء صغير من طاقة المصدر الضوئي . وكلما كانت الحاجة إلى حزمة ضوئية متوازية من الأشعة كانت الطاقة المستغلة من المصدر الضوئي ضعيفة . ولا يمكن تحسين هذه الحزمة الضوئية إلا على حساب شدة الكثافة الضوئية .

وجاء شعاع الليزر المتوافق في موجاته ملبيًا لجميع الحالات ، حيث أن حزمة الشعاع ضيقة للغاية وتحمل طاقة ضوئية عالية ويمكن توجهها والتحكم في مسارها ولمسافات بعيدة . إن شعاع الليزر يتميز عن الضوء التقليدي بصفة التوافق الموجي والاستقامة وشدة الاستضاءة وأحادية اللون أو التردد . هذه المواصفات جعلت لشعاع الليزر مكانة بارزة لمختلف التطبيقات وفي شتى المجالات الطبية والزراعية والصناعية وعلوم الفضاء والاتصالات والطاقة وفي الاستخدامات العسكرية . ولذلك أطلق عليه الخبراء (الحل الذي يبحث عن مشكلة) !

ويمكن التعرف على نوع الليزر من خلال طبيعة المادة الفعالة المستخدمة . وتكون هذه المادة مسئولة عن تحديد الطول الموجى لأشعة الليزر . وبصفة عامة توجد ثلاث أنواع رئيسية من الليزرات هى :

- ليزر الحالة الصلبة - ليزر الحالة السائلة - ليزر الحالة الغازية

والجدير بالذكر أن جميع أجهزة الليزر تتضمن أربع وحدات أساسية هى :

- وحدة وعاء الليزر وتحتوى على المادة الفعالة
- وحدة الطاقة
- وحدة نقل الطاقة
- وحدة التبريد

وهناك اعتبارات خاصة لتصميم أجهزة الليزر يتم على أساسها تحديد مواصفات الوحدات الأساسية بها .

ولذلك يجب تحديد ما يلى :

- المدى الطيفى لليزر
- الطاقة الليزرية المطلوبة
- نظام التشغيل نبضى أم مستمر
- نوع التبريد
- المجال التطبيقى
- حجم الجهاز

ومن المعروف أن بعض أجهزة الليزر يتم تشغيلها بالنظام النبضى والبعض الآخر تعمل بالنظام الموجى المستمر . ويمكن تشغيل البعض أيضًا بالنظامين النبضى والمستمر ، عن طريق إحداث بعض التعديلات فى وحدة الطاقة المستخدمة . على سبيل المثال يعمل ليزر الحالة الصلبة عادة بالنظام النبضى وذلك لسببين هما :

١ – يحرر الجهاز طاقة حرارية مرتفعة من الصعب التخلص منها بالتبريد .

٢ – صعوبة الحصول على مصدر للطاقة المستمرة قادر على توفير طاقة ضوئية عالية بصفة مستمرة .

وفى العقدين الماضيين تطورت تقنية ضبط عامل النوعية -Q: Switching" فى أجهزة الليزر . ويعتمد مبدأ هذه التقنية على وضع باب غلق بين المادة الفعالة وإحدى المرايا فى وحدة وعاء الليزر . فعندما يكون الباب مغلقًا نحصل على درجة عالية من التوزيع العكسى الذى يحدد شرط العتبة (شرط التضخيم الضوئى) . وعند فتح الباب بشكل سريع ومفاجئ ولفترة زمنية قصيرة جدًا ، يتجمع عدد هائل من الفوتونات المتوافقة الناتجة من هبوط الذرات أو الجزيئات إلى مستوى الاستقرار لتشكل نبضة حادة ذات قدرة ضوئية عالية جدًا تصل إلى ملايين من الكيلو واطات .

وهناك ثلاث طرق مستخدمة فى تقنية ضبط النوعية وهى :

(أ) استخدام المرآة الدوارة .

(ب) استخدام خلية كير .

(جـ) استخدام الماصة القابلة للإشباع .

فى الطريقة الأولى يمكن تركيب أحد المرايا فى وعاء الليزر على موتور يتحكم فى دورانها بسرعة كبيرة تصل إلى ٥٠٠٠٠ (خمسون ألف) دورة/ثانية. ونظرًا أن المرآتان الموجودتان بين طرفى وعاء الليزر يجب أن يكونا متوازيتان ، حتى يتم تضخيم شعاع الليزر والحصول على شرط الإسكان العكسى . إلا أن عند دوران أحد المرايا ستكون هناك فترة زمنية قصيرة جدًا تكون المرايا عندها متوازية . وخلال هذه الفترة الوجيزة يمكن تحريض الذرات المتهيجة بالمادة الفعالة على الهبوط للمستوى الأرضى . ومن ثم انبعاث نبضة ليزرية حادة وذات قدرة ضوئية عالية . أما الفترات الزمنية التى تكون فيها المرآتان غير متوازيتان ، فيمكن ضخ الذرات بالطاقة لإحداث درجة عالية من الإسكان العكسى . بعد ذلك يتم تحريض الذرات للهبوط حال توازى المرآتان مرة أخرى . وكلما زادت سرعة دوران المرآة يقل زمن النبضة ، لذلك تصبح القدرة الضوئية للنبضة مرتفعة للغاية . وتكون طريقة المرآة الدوارة مناسبة جدًا للاستخدام فى كافة أنواع الليزر وذلك لبساطتها وقلة تكلفتها . ولهذه الطريقة تأثيرات جانبية أهمها التأثير على دقة عمل جهاز الليزر نتيجة الاهتزازات الناجمة عن دوران المرآة .

أما الطريقة الثانية ، فهى تعتمد على ظاهرة - كير التى يمكن شرحها كما يلى :

عند تسليط مجال كهربائي مرتفع الشدة على سطحي بلورة – كير المكونة عادة من مادة النيتروبنزين ، سينشأ مسار بصري مجتث داخل البلورة . هذا المسار يكون موازيًا لاتجاه المجال الكهربائي المسلط . وتوضع خلية – كير بين إحدى المرايا العاكسة في وعاء الليزر والمادة الفعالة ويوضع بجانبها مستقطب للضوء .

وتتم عملية تسليط المجال الكهربائي بين طرفي الخلية في نفس الوقت الذي تتم فيه عملية الضخ لإحداث الإسكان العكسي وانبعاث الضوء في موجات متوافقة . وعند مرور هذا الضوء غير المستقطب سيتحول إلى ضوء مستقطب بشكل مستوى . وعند سقوطه على خلية – كير يتحول إلى ضوء مستقطب بشكل دائري حال تركه الخلية وباتجاه المرآة العاكسة . وعند انعكاس الضوء المستقطب دائريًا من هذه المرآة وسقوطه مرة ثانية على خلية كير فإنه يتحول إلى ضوء مستقطب بشكل مستوى بعد تركه الخلية ، لكنه يكون منحرفًا عن اتجاه الاستقطاب الأصلي بزاوية مقدارها ٩٠° . ومن المعروف أن المستقطب الضوئي لا يسمح لهذا الضوء بالمرآة خلاله . وهكذا تتم عملية غلق الباب الموجود بين المادة الفعالة والمرآة العاكسة للحصول على درجة عالية من الإسكان العكسي . وبمجرد إلغاء المجال الكهربائي المسلط على الخلية لفترة قصيرة فإن ذلك يؤدى إلى إبطال عملها . وبذلك تسمح للضوء بالمرور خلالها بشكل طبيعي . وخلال هذه الفترة القصيرة جدًا يتم إنتاج نبضة ليزرية حادة جدًا وشديدة الاستضاءة .

والطريقة الثالثة تتضمن إمكانية استعمال خلية زجاجية صغيرة سمكها لا يتعدى ١ سم مملوءة بمحلول صبغة عضوية مثل الكربتوسيانين المذاب في سائل الميثانول . وتوضع هذه الخلية بين المادة الفعالة وإحدى المرايا العاكسة . ويراعى أن توضع الخلية بشكل مائل حتى نتجنب الانعكاسات التي تحدث على سطحها . ووجد أن لهذا المحلول القابلية على امتصاص الفوتونات المتوافقة الناتجة عن ضخ المادة الفعالة . وبذلك لا يسمح لهذه الفوتونات بالمرور خلاله بل يمتصها حتى بلوغ حد الإشباع . قبل بلوغ هذه الحالة ، سيكون الإسكان العكسي للذرات قد تحقق بدرجة عالية . وعند حد الإشباع يتحول المحلول بصورة مفاجئة إلى محلول شفاف يسمح للضوء بالمرور من خلاله ولفترة زمنية قصيرة جدًا . وهكذا يتم الحصول على نبضة ليزرية ذات زمن قصير للغاية وبقدرة ضوئية مرتفعة جدًا .

وحاليًا ، يهتم خبراء التكنولوجيا في الدول المتقدمة بتطوير أجهزة ليزرية مختلفة لتغطي المدى المرئي وجزء كبير من المدى غير المرئي للطيف الكهرومغناطيسي . على سبيل المثال أعلن مؤخرًا العالم الإنجليزي (مايك كي) رئيس الوحدة المركزية لأشعة الليزر في مختبر رذرفورد البريطاني نجاحه في تصميم جهاز ليزر ينتج أشعة الليزر في مدى الأشعة فوق البنفسجية وذلك باستخدام غاز فلوريد الكربتون . وهذا الجهاز يولد الليزر بقدرة ضوئية عالية تصل إلى ١٠ تيرا واط في نبضة ضوئية واحدة لا تستغرق زمن ٣٠٠ فمتوثانية (واحد فمتوثانية يساوي $١٠^{-١٥}$ ثانية) . هذا النوع من الأشعة يستخدم في دراسة فيزياء البلازما

وفى مجال معالجة مـواد أشباه الموصـلات وكذلك فـى مجـال الانصـهار بالقصور الذاتى . هذا بالإضافة إلى تصنيـع أجـهزة لـيزر الإلكـترون الحـر الذى ينتج أشعة ليزرية فى مدى طبقى واسـع وذلـك بـالتحكم فـى شـدة المجـالات المغناطيسـية المسـلطة بالتتـابع للسيطرة علـى توجيـه المسـار الإلكترونى . فإن أشعة الليزر الفريدة سريعًا ما تجد تطبيقات فـى جميـع فروع المعرفة وتفتح لها آفاقًا جديدة . ومن الصعـب التنبـؤ بالمسـتقبل فـى هذا المجال . ولكن من المؤكـد أن أجـهزة الـليزر ستشـهد تطـورًا وتوسـعًا كبيرًا مستقبلاً ، وستظهر دائمًا استخدامات جديدة لها .

ومن هنا ، نؤكد دائمًا على ضرورة وضع سياسة عربية لتنمية قدراتنـا العلمية والتكنولوجية فى مجال بحوث الليزر وتطبيقاتها (الممكنة) تؤهلنـا إلى اللحاق بآفاق الحضارة والتقدم والازدهار .

الليزر وسر الحاسة السادسة

استطاع العلماء معرفة المراكز الحسية والعصبية للحواس الخمس عند الإنسان وهى: النظر والسمع والشم واللمس والتذوق وكذلك آلية عملها من بداية العضو الحساس المتصل مع الوسط الخارجى إلى المراكز المتخصصة فى الدماغ. إلا أنه مازال هناك أسرار كثيرة محيطة بما يسمى الحاسة السادسة، فهى تشكل سورا منيعا يصعب اقتحامه، بحيث عجز العلماء والباحثون عن اختراقه ومعرفة ما بداخله. وهناك بالطبع شواهد عديدة تؤكد وجودها لهذا يواصل العلماء البحث عنها لاعتقادهم بأنها صلة الوصل بين الكائن الحى والكون المحيط به.

على سبيل المثال هناك حواس عديدة يشعر بها الإنسان وبدون أعضاء حسية مثل الجوع والعطش والجنس وأخرى كالخوف والحزن والفرح والأمل واليأس والطموح وغيرها ، هذه الحواس ليست بذات عضو ظاهر للعيان. لذلك لا يعتبرها البعض حواس لخلوها من الأعضاء الحسية فعندما يحلم المرء بشخص آخر يتحدث إليه أو حدوث بعض الحوادث المؤلمة. فكل ذلك يتم بالمخ دون أن تعمل أعضاء الجسم الأخرى أى لابد أن توجد قنوات أخرى بالمخ تنتقل خلالها حقائق العالم المادى القريبة والبعيدة عن إدراكنا دون الاعتماد على الحواس الخمس المعروفة.

ففى بعض الأحيان يتحقق حلم شخص ما. أو يرى مشهدا فى أحد الأيام فيشعر بأنه مألوف إليه مع العلم أنه لم يره من قبل. وبعض الناس

يتنبأ بوقوع أحداث هامة وآخرون تلمع فى أذهانهم خواطر سريعة كلمح البصر يتجاوزون بها حاجز الزمان والمكان (الزمكانية) فيرون أشياء تبدو لغيرهم مستحيلة. وأحيانا يجد المرء فى حلمه حلا لمسألة أو معضلة استحال عليه حلها وهو فى حالة اليقظة وكأن إلهاما هبط عليه. وبعض هؤلاء يستشف أفكار الآخرين ويقرأها. والبعض يمارس لعبة البصر المغناطيسى تلقائيا أو اصطناعيا (التنويم المغناطيسى) وبالطبع هناك الطبيب الذى يستخدم طرق الاستهواء وتداعى الأفكار فى معالجة المرضى النفسيين.

من هنا دعنا نتساءل هل الحظ والتفاؤل والتشاؤم وحسن الطالع وسوئه والوسواس هى ظواهر لا معنى لها؟.. ولماذا ينقلب الشخص الهادئ الوديع إلى وحش كأسر ذى قوة جبارة عندما يدافع عن نفسه؟ أو عن كرامته؟ وما هى الحركات الارتكازية التى تنشأ كرد فعل لفعل خطير قد وقع؟ وكيف لبعض الناس أن يدركوا حاجة إنسان آخر قبل أن ينطق بها؟

إن مثل تلك الصفات بالطبع موجودة لدى البعض منا بشكل فطرى ويستخدمونها دون بذل أى جهد وعناء، ويتم ذلك تلقائيا. وأن البعض الآخر يمارس رياضة عقلية لتنمية هذه الصفات. مثل تركيز الفكر وصفاء الذهن والاختلاء لمدة زمنية طويلة والابتعاد عن مواضع الحركة والضجيج، بحيث يكون شعار تلك الرياضات العقلية هو السكون وتركيز الفكر. فظهرت على سبيل المثال رياضة اليوغا. وقد ذكر أن بعض الهنود توصلوا

إلى بعض من هذه الصفات التى لم يقرها العلم المادى. فأحدهم ينام فى غابة ولا يخشى حيواناتها الضارية ولا تؤذيه حتى لو مرت بجواره. ويستطيع آخر أن يزجر نمرا هائجا كما ينهر شخص كلبه. وبعضهم ينام على المسامير الحادة دون أن تخدشه. وهناك العديد من الأمثلة التى لا تعد ولا تحصى يجعلنا نتساءل ما هو السر وراء الحاسة السادسة.

أجزاء المخ

ولمحاولة تفسير الظواهر السابقة دعنا نستعرض الأقسام الرئيسية للدماغ عند الإنسان وهو أحد أكبر أعضائنا والتى نذكرها فى ترتيب تصاعدى ابتداء من أسفل جزء به.

جذع الدماغ، المخيخ، الدماغ البيئى، المخ وفيما يلى سوف تتناول التكوين التشريحى لهذه الأجزاء:

(١) جذع الدماغ: ويتكون من النخاع medulla فى أسفل جزء من الدماغ الذى يعلوه مباشرة الجسر Pons وفوقه الدماغ المتوسط midbrain والنخاع هو امتداد بصلى الشكل للحبل الشوكى ويقع داخل التجويف القحفى فوق الثقب المتسع فى العظم الذى يسمى الثقبة العظمى Foramen magnum، ويتكون النخاع مثل الحبل الشوكى من مادتين إحداهما تسمى المادة الرمادية (السنجابية) والأخرى تسمى المادة البيضاء. إلا أنها تختلف عن الجبل الشوكى من حيث الترتيب، ففى حالة النخاع تمتزج قطع من المادة الرمادية بطريقة معقدة مع المادة البيضاء لتشكل ما يسمى بالتكوين الشبكى reticular formation . أما فى الحبل الشوكى

فإن هاتين المادتين لا تمتزجان، إذ تكـون المـادة الرماديـة اللـب (القلـب) الداخلى للحبل بينما تحيط به المادة البيضاء.

ويتكون الجسر كالنخاع مـن المـادة البيضـاء وقطـع متنـاثرة مـن المـادة الرمادية. وتعمـل كافـة أجـزاء الدمـاغ كمسـارات توصيـل فـى اتجـاهين. فتوصل الألياف الحسية الدفعات من الحبل إلى أعلى نحو الأجزاء وتوصل الأليـاف الحركيـة الدفعـات مـن الدمـاغ إلى أسـفل نحـو الحبـل الشـوكى وبالتالى فهى تتحكم فى نبـض القلـب وعمليـات التنفـس وتحديـد أقطـار الأوعية الدموية.

(٢) المخيـخ The cerebellum وهـو ثـانى أكـبر جـزء مـن الدمـاغ، ويتكون سطحه الخارجى من المادة الرمادية أما كتلته الخارجيـة فتتكـون من المادة البيضاء. والوظائف العامـة للمخيـخ هـى إنتـاج حركـات سلسـة منسقة والمحافظة على التوازن والتموضع السوى للجسم.

(٣) الدماغ البيئى The diencephalant وهو يشغل جزءا صغـيرا مـن الدماغ ولكنه يعتبر مـن الأجـزاء الهامـة. ويقـع بـين الدمـاغ المتوسـط مـن أسـفل والمخ مـن أعلـى. ويتـألف مـن جزأيـن رئيسـيين همـا الوطـاء – hypo- thalamus والمهاد thalamus. ويقع الوطاء تحـت المـهاد وأجـزاؤه الرئيسية هى الغدة النخاميـة الخلفيـة – والسـويقة التـى تتصـل بالسـطح السفلى للدماغ وكذلك جزأين مـن عنـاقيد لأجسـام مـن الخلايـا العصبيـة يسـميان جنيـب البطينيـة Paraventricular وفـوق البصريـة sypraoptic ويقعان فى الجدران الجانبيـة للبطـين الثـالث. ويسـاهم الوطـاء فـى بقـاء

الجسم سليما إذ يتحكم فى العضلات والغدد الموجودة فى جميع أجزاء الجسم. وكذلك يقوم بممارسة تحكم رئيسى لجميع أعضاء الجسم الداخلية.

ويتكون المهاد أساسا من تغصنات وأجسام خلايا العصبونات التى تمتد إلى مناطق حسية متنوعة للقشرة المخية cerebral cortex والمهاد يساعد فى إنتاج الأحاسيس. ويربط بين الأحاسيس والانفعالات. ويلعب دورا فى آلية الإثارة أو الإنذار.

(٤) المخ The cerebrum وهو أكبر وأعلى جزء فى الدماغ عند الإنسان ويستقر فى ضمن جمجمة عظمية تشكل له درعا واقيا. ويبلغ وزنه بين ١٢٠٠ إلى ١٥٠٠ غرام. وإذا نظرت إلى السطح الخارجى للمخ، فإن أول ما ستلاحظه هو مظهره المتسم بكثرة الأحرف والأخاديد. وتسمى الأحرف بالتلفيف أو التلافيف gyri كما تسمى الأخاديد بالشقوق fissures. ويقسم المخ بواسطة أعمق الشقوق إلى نصفين متماثلين، أيمن وأيسر. ويتألف سطح المخ من طبقة رقيقة من المادة الرمادية مكونة تغصنات وخلايا العصبونات وتسمى القشرة المخية. أما داخل المخ فيتألف من المادة البيضاء مكونة حزما من الألياف العصبية (مسالك).

ومع ذلك وجد أن المادة البيضاء بداخلها جزر قليلة من المادة الرمادية تعرف بالعقد القاعدية basal gangiia التى تكون وظيفتها أساسية لأدائنا وتحركاتنا الذاتية. والمخ يحوى حوالى ١٢ بليون من الخلايا العصبية المتخصصة. ولهذا الجزء من الجسم أولوية التكوين وسرعتها، بحيث تتولد داخله عشرون ألف خلية فى كل دقيقة، ويتم ذلك خلال

فترة الحمل. وبعد الولادة ينمو المخ حجما لا عددا وبسرعة تفوق كافة أعضاء الجسم الأخرى. كما إنه أول الأعضاء بداية بالحياة وأولها بداية بالموت. وهو يتكون من مجموعة خلايا غير عادية متصل بعضها ببعض، حيث تعتبر كل خلية عقلا إلكترونيا يصدر عنه أكثر من عشرة آلاف إشارة كهربائية إلى الخلايا المجاورة. كما أنها تستقبل مثل هذا العدد من الإشارات. ويتم نقل تلك الإشارات بشكل نبضات خلال الألياف العصبية التي تبلغ الملايين في كل ثانية من حياة الإنسان الواعية واللاواعية. هذا الترابط والتوافق بين تلك الإشارات والرسائل العصبية الكهربائية في القشرة المخية تنشأ عنه المشاعر والعواطف وبعدها يصفى المخ وينقى من ذلك الشتات الوارد له ويخزن ما يلزم له لمستقبل الزمان.

فالطريقة العادية لانتقال المعلومات أو الأحاسيس إلى الإنسان أو الحيوان هو أن الأعضاء الحسية تستقبل الطاقة الطبيعية الواردة من الوسط المحيط بها وتترجمها إلى شفرة أو رموز خاصة عن طريق الجهاز العصبي في العضو الحساس. وهذه الشفرة هي عبارة عن نبضات كهربائية أو إلكترونية تنتقل خلال أغشية الخلايا المناسبة في المخ وتكون النتيجة شعورنا الواعي بذلك الشيء. وهذا هو الطريق الطبيعي لوصول الإدراك للمخ.

الغدة الصنوبرية

والسؤال الذى يطرح نفسه، ما هي الوظائف التي يؤديها المخ؟ وإجابة هذا السؤال تتلخص في المصطلحات الخمسة الآتية: الوعي والعمليات العقلية والأحاسيس والانتقالات والحركات الإرادية.

ولكن ماذا عن الظواهر سابقة الذكر المتعلقة بالحاسة السادسة والتى يحدث فيها طي للزمكانية (التنبؤ)؟ السر فى ذلك هو وجود العين الثالثة والتى تسمى «الغدة الصنوبرية» Pineal Gland ويتنبأ العلماء بوجودها أعلى الجذع الدماغى فى أعماق الدماغ. وبالرغم من أنه لم يتمكن أحد من الباحثين من تحديد مكانها بدقة ومعرفة آلية عملها، إلا أنه يعتبر حدسا واقتناعا لدى العلماء بأن هذه الغدة قد تكون مركز الحاسة السادسة لدى الإنسان، أى مركزا للأفكار والبصر المغناطيسى والجلاء البصرى ومركز للبث الإشعاعى الموجى واستقباله أيضا.

أما فى الحيوان فهى مركز الغريزة والتوجه والهجرة، وقد تحولت هذه الغدة الصنوبرية إلى عين حقيقية فى بعض الفقاريات فصارت عينا ثالثة لها ترى بها أو تتحسس الأشعة الحمراء الحرارية، فترى بها ظلمات الليل وكأنها نهار. وإن لهذه الغدة تركيبا بنيويا يشبه تركيب العين تماما ويعتقد أنها تشارك بفعالية فى استقبال وإرسال الأشعة غير المرئية والأمواج الكهرومغناطيسية ذات الترددات العالية جدا. فهى بذلك تقدم للمخ معلومات بطريقة ما تمكنه من الإدراك .

الضوء وأشعة الليزر

وقبل أن نسترسل فى هذا الموضوع، دعنا نستعرض بشىء من التفصيل طبيعة الضوء والخصائص المميزة لأشعة الليزر والتى يعتقد أن لها علاقة مباشرة فى كيفية عمل الغدة الصنوبرية وبالتالى تفسير الحاسة السادسة.

كان الضوء ولم يزل أهم الأسرار الطبيعية العظمى المجهولة فى حياة الإنسان. ومازال الاعتقاد بأن للضوء ماهية تحجب خلفها الكثير من الأسرار الكونية فإذا تمكن الإنسان في يوم ما من كشف ماهية الضوء وأدرك كنهه. يمكنه فهم الكون على شموليته، مما يحقق له مزيدا من التكيف والتلاؤم مع الطبيعة. فمن المعروف لدينا أن أهم الإنجازات العلمية للإنسان فى القرن التاسع عشر الميلادى هو إدراك حقيقة تكون الضوء من أمواج كهرومغناطيسية. ففى عام ١٨٦٤م وضع العالم جيمس كلارك ماكسويل فرض وجود الأمواج الكهرومغناطيسية وفق الأسس النظرية للتعبير عن المجالات الكهربائية والمغناطيسية. وقد وجد ماكسويل إن السرعة الانتقالية للأمواج الكهرومغناطيسية مساوية لسرعة الضوء، ولما كان كل منها موجات مستعرضة ذات طبيعة متشابهة، فقد استنتج ظاهرة واحدة. ومنذ ذلك الحين توالت البحوث العلمية على كافة جوانب هذا الاستنساخ. ويستخلص من بعض جوانب نظرية ماكسويل إن المجال الكهربائى المتغير يكافئ المجال المغناطيسى المتغير.

فمن المعروف أن مجالا مغناطيسيا متغيرا يحدث قوة دافعة كهربائية وهذا ما يسمى «بالحث الكهرومغناطيسى» الذى ينتج عنه فرق الجهد الذى يمثل تغير المجال الكهربائى بين نقطتين. لذلك يكون المجال المغناطيسى المتغير مكافئا فى تأثيره للمجال الكهربائى والعكس صحيح، حيث أن تأثير المجال الكهربائى المتغير يكافئ المجال المغناطيسى. وكان ماكسويل قد بين فى ذلك الوقت وجود ظاهرة الحث الكهرومغناطيسى، ولكن بصورة غير مباشرة وأشار إلى أن الأمواج الكهرومغناطيسية إنما هى

تعبير عن هذين التأثيرين اللذين يحدث أحدهما الآخر. فالمجال المغناطيسى المتغير ينتج مجالا كهربائيا والمجال الكهربائى المتغير ينتج مجالا مغناطيسيا، إذ يتلاءم المجالان المتغيران على امتداد مسارهما مكونان ما يسمى الموجة الكهرومغناطيسية. وهناك ثلاثة مزايا للأمواج الكهرومغناطيسية هى:

١ - أن تغيير المجالين الكهربائى والمغناطيسى يكون متزامنا ماعدا المناطق المتاخمة للشحنات والمناطق القريبة منها. لهذا تحصل قيم عظمى (الذروة) وقيم صفرية لكل من المجالين فى المواقع الزمكانية (الزمان والمكان) نفسها على التوالى. وهذا يعنى أن الموجتين الكهربائية والمغناطيسية تكونان بنفس الطور الزمنى وأن انتشارهما متعامدان فى الفراغ (الفضاء).

٢ - يكون اتجاها المجالين متعامدين فيما بينهما ومتعامدين مع اتجاه الانتقال. لذلك أطلقت تسمية الأمواج المستعرضة على كل من الأمواج الضوئية والكهرومغناطيسية فى حالتها العامة.

٣ - تعتمد سرعة انتقال الأمواج الكهرومغناطيسية على الخواص الكهربائية والمغناطيسية للوسط ممثلة بقيم السماحية الكهربائية Permittivity والنفاذية المغناطيسية Permeability لذلك الوسط، ولا تعتمد على مقدار سعة التغير فى شدة المجال.

إن الضوء المرئى المعروف لا يحتل سوى مدى صغير من الطيف الترددى للموجات الكهرومغناطيسية يقع ما بين 4.3×10^{-14} هرتز للضوء الأحمر و 7.5×10^{-14} للضوء البنفسجى. فالعين البشرية

لا تستجيب إلا للترددات التى تقع ضمن هذه الحدود الترددية للموجات ويتطلب تحسيس الترددات المخية التى تقع خارج هذا المدى إلى أجهزة متخصصة من مختلف الأنواع. والطيف الكهرومغناطيسى يتراوح ما بين الترددات المنخفضة التى تستخدم فى بعض الاتصالات الراديوية إلى الترددات العالية كما هو معروف فى الأشعة السينية وأشعة غاما. وتحوى الموجات الكهرومغناطيسية مدى واسعا من الترددات، فهناك الأشعة الكونية ذات الترددات الفائقة وأشعة غاما التى تتولد من تغير مستويات الطاقة لنواة الذرة وتنبعث تلقائيا من بعض المواد النشطة إشعاعيا، يلى هذه المنطقة حزمة طيفية أخرى تسمى بالأشعة السينية التى تتولد نتيجة انتقال الإلكترونات بين الأغلفة (المدارات) الداخلية للذرة. كذلك هناك الأشعة فوق البنفسجية والأشعة المرئية للضوء التى تنتج من انتقال الإلكترونات ضمن المدارات الخارجية للذرات، وأيضا الأشعة تحت الحمراء والتى تنبعث بسبب اهتزازات الذرات المكونة للجزيئات. يتبع ذلك الأشعة تحت الحمراء فى النطاق الترددى البعيد والأشعة الميكرومترية (الدقيقة) الناتجة عن دوران الجزيئات ومن الانتقالات الإلكترونية بين المستويات الطاقية فى أغلب المواد التى لها الخاصية البارامغناطيسية.

الضوء لغة الكون وسره

والجدير بالذكر أن الفروض الكهرومغناطيسية لماكسويل عجزت عن تفسير ما يسمى ظاهرة الانبعاث الكهروضوئى. فقد كان الاعتقاد إنه إذا سقطت موجة كهرومغناطيسية على هدف معدنى، فإن طاقتها تتراكم

وتتجمع حيث تغدو كافية لاقتلاع الإلكترونــات مـن داخـل هـذا المعـدن. إلا أن ذلك لم يحدث على الإطلاق، لكنه يتم فقط عندما تكـون للموجـة الكهرومغناطيسية الموجهة طاقة محـددة تسـاوى طاقـة ارتبـاط الإلكـترون بذرته. مما حدا بالعالمين «بلانك واينشـتاين» عـام ١٩١٦م إلى العـودة إلى فروض ماكسويل السابقة ودمجها معا فى نموذج واحد. وبذلك توصــلا إلى الفرضية الفوتونية التى تنـص علـى أن «الضـوء هـو حبيبـات مـن الطاقـة المهتزة كهرومغناطيسيا». أى أن الضوء هو ازدواجية بين جسيمات وأمواج لها صفة التقطيع المادى والاستمرار الموجى. وسمى كل جسيم مهتز بـهذه الطريقة بالفوتون. وقد تبين بعد ذلك أن سـرعة انتشـار هـذا الفوتـون فـى الفراغ تبلغ $3 X 10^x$ متر/سم. وبناء علـى ذلـك فبإمكانـه أن يـدور حـول الأرض ثمانى مرات فى الثانية الواحـدة، وأن يقطـع المسـافة بـين الأرض والقمر ذهابا وإيابـا فـى زمـن قـدره ٢,٥ ثانيـة. علـى سـبيل المثـال ضـوء الشمس يستغرق ثمانى دقائق ليصــل إلى الأرض، ويسـتغرق نصـف سـاعة ليخرج من المنظومة الشمسية كلها. وقد وجد أن كثيرا من الأضواء صدرت من بلايين السنين، أى قبل نشوء مجموعتنا الشمسية ذاتها ومـع ذلـك لم تصل إلى أرضنا بعد. وعلى العكس فإن عددا لا يحصى من المجـرات قـد زال من الوجود ومازال ضوؤها يصل إلينا، وسيبقى ذلك ملايـين السـنين. هذا الضوء يحتاج طبقا للحسابات الفلكية إلى مائة ألف عام ليقطع مجرتنا درب التبانة من أقصاها إلى أقصاها. وعلم الفلك غنـى جـدا بتلـك الأمثلـة الضوئية الرائعة. لهذا كان الضوء لغة الكون وسره الأعظم.

وبهذه الفرضية أمكن تفسير طبيعة الضوء ومعرفة كينونته، كما أمكن تفسير الظواهر الضوئية مثل الانتشار الضوئى وانعكاس وانكسار وتداخل وحيود واستقطاب الضوء إلى آخره.

ومن المعروف لدينا أن الذرة التى تتكون منها المواد المختلفة هى مصنع الضوء. فعند تطبيق طاقة خارجية على نظام ذرى، فإن كل ذرة تمتص قدرا صغيرا من الطاقة وتثار بها (تتمدد) والجسيم الذى ينفذ تلك العملية بالذرة هو الإلكترون. إذ تتزايد طاقته نتيجة لعملية الامتصاص، ويقفز من مداره الأصلى بالذرة إلى مدار آخر أبعد عن النواة (قلب الذرة). وبعد فترة وجيزة يعود الإلكترون لمداره الأصلى مشعا الطاقة التى امتصها بشكل فوتونى ضوئى. ومتكرر هذه العملية، مادامت الطاقة الخارجية مطبقة، مما يكسب الأشعة الضوئية صفة الاستمرار الموجى والتقطع الجسيمى، وأن تلك الموجة المحمولة على الفوتون هى موجات كهرومغناطيسية هذا الانبعاث الفوتونى يحدث دون وجود أى مؤثر خارجى. ولذلك يسمى بالانبعاث التلقائى للفوتون.

معنى الليزر

وفى عام ١٩١٧م توقع العالم ألبرت اينشتاين إنه بالإضافة إلى الانبعاث التلقائى السابق للضوء، يوجد نوع آخر من الانبعاث الضوئى وهو الانبعاث المستحث (المحرض) Stimulated Emission . فقد يحدث أن يصطدم فوتون خارجى مار فى المادة بجوار ذرة مثارة فيها، فيسبب ذلك خللا فى توازنها ويجعل الإلكترون يهبط اضطراريا لوضعه الأصلى،

ولا تلبث أن تفقد الذرة فوتونها الـذى أثارهـا أول الأمـر. عندئـذ يحـدث توافق وترابط للفوتون المحرر من الذرة والفوتون الصادم والنتيجـة انطـلاق فوتونين على قدر كبير من التوافق والانسجام Coherent.

هذان الفوتونان بدورهما سوف يصطدمان بذرات أخرى مثارة فى المادة ويجبرانها على التخلى عن فوتوناتها، بحيث تنضم بدورها إلى الفوتونات الصادمة، مما يؤدى إلى غزارة إعدادها وقوة تماسـكها وتضخيـم طاقاتـها. مـن هنـا أتـت كلمـة لـيزر Laser المشـتقة مـن الأحـرف الأولى للمصطلـح الإنجلـيزى: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation وتعنى «تصخيم (تكبير) الضوء بواسـطة الانبعـاث المسـتحث للإشعاع».

وبعيدا عن التفسيرات الفيزيائية لهذا المصطلـح والتـى سـبق الحديـث عنها فى الفصل السابق . فقد تم حاليا اكتشاف مواد عديدة فى حالاتـها الأربع: البلازمية والغازية والسائلية والصلبة التى تعمل فى المـدى المرئـى وغير المرئى للضوء وبطاقــة ضوئيـة تخـدم جميـع التطبيقـات وفـى شـتى المجالات.

تعريف الحاسة السادسة

والآن وبعد سرد قصة الضوء واكتشاف الليزر، دعنا نتوقف قليـلا عنـد تعريف الحاسة السادسة.وبيان مدى علاقتها بالضوء وهذا الليزر الساحر. فالحاسـة السادسـة هـى الطريقـة التـى تنتقـل بـها المعلومـات البصريـة والسـمعية وغيرهـا للإنسـان فيـدرك معناهـا ويتنبـأ بحدوثـها دون المـرور

بالحواس الخمس وبشكل خارق عما هو مألوف، أى أنها الطريقة التى يتلقى بها الإنسان معلومات عبر قنوات غير مألوفة وبدون استخدام حواسه الخمس المعروفة والمقيدة بظروف المكان والزمان. وأن المخ هو مقر هذه الحاسة السادسة وبالتحديد فى الجسم الصنوبرى، وقد اكتشف أن للأمواج التى يطلقها المخ طاقة فولطية مقدارها ٥ إلى ٥٠ جزءا من المليون من الفولط الواحد.

والجدير بالذكر أن اكتشاف ظاهرة إطلاق المخ للأمواج الكهرومغناطيسية قد تم باستعمال أدق الأجهزة الإلكترونية ويبذل العلماء والباحثون حاليا جهودا مضنية من أجل معرفة رموز الشفرات المخية الموجية لكشف معانيها وتحديد مكان استقرارها فى هذا الكون. كما يتوقع العلماء وجود أمواج أخرى ليس باستطاعة الأجهزة العلمية الحالية ادراكها واكتشافها.

الليزر.. قصة الكائنات الحية

نستخلص من هذا القول أن الأمواج المنبعثة من المخ بهذه الطريقة العشوائية لا يكون لها أى أثر أو مردود فعال ومجد. وقد توصلت جهود العلماء فى العديد من المعامل والمختبرات أن لتلك الأمواج صفة الانسجام والترابط والتوافق. أى أن لفوتونها صفة أشعة الليزر التى سبق ذكرها. على سبيل المثال وجد العالمان الألمانى ألبرت بوب فرتز A . P. Fritz والأميركى ب.س. كالاهان P.S. Callahan أن بعض الخلايا المزروعة بجسم الإنسان تصدر عنها أشعة كهرومغناطيسية فى المدى فوق

البنفسجى وذات فوتونات متوافقة، أى أنها تبث أشعة بطريقة محثوثة (ليزرية)، وذلك عند انقسام كل خلية إلى خليتين. وأن هذا الجزء المشع لتلك الموجات هو الموروثات الجينية المحمولة على الكروموزومات فى جزىء الـ DNA، والمسؤولة عن التعليمات الوراثية فى الخلايا الحية. أى أن تلك الأشعة الليزرية تترأس قصة الكائنات الحية على الأرض. كما اكتشف أن تلك الجينات تكون مرسلة ومستقبلة أيضا لأشعة الليزر فى المدى غير المرئى للأشعة فوق البنفسجية وكأنها محطة إذاعة تبث وتستقبل الموجات مع الكون المحيط بها. وهنا يكمن سر قوة الحاسة السادسة ومظاهرها المختلفة. وأن سرها يكون فى انبعاث الموجات فوق البنفسجية الليزرية من العين الثالثة بشكل خاص ومن كل خلايا المخ فى الدماغ بشكل عام.والجدير بالذكر أن العلماء اكتشفوا أن الغدة الصنوبرية تفرز مادة الميلاتونين المنومة عند بدء عملها. ويشعر المرء بالاسترخاء والنوم العميق كلها ازداد تركيز الميلاتونين بالمخ. ويستمر تأثير هذه المادة بين ٦ إلى ٨ ساعات يوميا.

إن هذه الموجات تكون متحدة وشديدة القوة وبذلك تنتشر لمسافات بعيدة دون أن تضعف. هذه الظاهرة تظهر بالتحديد عند انقسام الخلية الحية، وعندما تبث الخلية أشعة كهرومغناطيسية تتوافق مع أشعة الوسط الخارجى عنها، علما بأن جميع الموروثات المسؤولة عن العوامل الوراثية المنقولة من الآباء للأبناء من خلال جزىء الـ D NA هى التى تطلق هذه الأشعة الليزرية، والموروثات تكون مرسلة ومستقبلة للأشعة وكأنها تقوم بالحوار والتخاطب مع الوسط الخارجى والكون المحيط بها.

من هنا، فإن طريقة الحوار والتخاطب هى المسؤولة عن التغيرات البيولوجية والفيزيولوجية فى الخلية الحية. وهذه الأمور هى التى تخضع الخلايا لقوانين صارمة فى عمليات الاصطفاء والارتقاء وبقاء الأقوى تكيفا وتلاؤما مع الطبيعة.

ويمكننا القول، إن للأمواج الليزرية الصادرة عن المخ قوة هائلة تقطع المسافات الشاسعة خلال أجزاء قليلة من الثانية الواحدة. على سبيل المثال تستطيع تلك الأمواج أن تقطع مسافة ثلاثمائة مليون متر فى الثانية الواحدة. وهى تزداد قوة عند تلاقيها مع موجة أخرى مماثلة لها تماما. فإذا تصادف وتلاقت موجتان مترابطتان صادرتان عن دماغين لشخصين مختلفين وفى اللحظة نفسها، وكان لهما الطول نفسه والطور الموجى، فيحدث بينهما تداخل موجى ينتج عنه تكون هدب التداخل المعروفة. هذه الهدب تكون بشكل أمواج بعضها ذى تركيز موجى كبير وبعضها لا موجات فيه. فالأولى تسمى الهدب المضيئة وتحتوى على كل الأسرار والشفرات وكذلك الأوامر التى تصدرها الخلية الحية. أما الأخرى فتسمى الهدب المظلمة ولا تحتوى على أى شىء.

وكما هو معروف فى الفيزياء الموجية، تتم عملية التداخل فى كل نقطة من نقاط الموجتين المنتشرتين وعلى امتدادهما. وتكون تلك الأمواج المستقرة على شكل عقد وبطون nodes and antipodes وتمثل البطن فى الموجة الهدب المضيئة. أما العقدة فتمثل الهدب المظلمة. والجدير بالذكر أن حجم الهدب المضيئة متناه جدا فى الصغر، لأن الطول الموجى قصير

جدا. وأن الزمن لا يحول عليه في هذه الحالة لأنــه لا متناه فـى الصغر أيضا. عندها يتجاوز الفكر حاجزى الزمان والمكان، ويحصل شبه استقرار لتلك الموجة، وبالتالى لا تتبع القوانين السائدة فـى المكـان والزمـان. لهـذا تجرى عمليــة طـى للزمكانيـة. عندئـذ، لا يشـعر المرء النـائم لا بالزمـان ولا بالمكان. وربما يشعر فى بعض الحـالات بقـدرة تنبؤيـة. وبمـا إن هـذه المعلومـات لا تخضـع لأى مقيـاس زمنـى وغـير محـددة الأبعـاد، فتكـون صورها عشوائية وتأخذ أشكالا غريبة لا تصح فيها إبعادنا ولا زماننــا. أن احتمال حدوث مثل تلـك الأمـواج التداخليـة أمـر طبيعـى فـى المـخ، لأن البلايين من تلك الأمواج الليزرية غير المرئية المتجانسة فيما بينها قصيرة الطول الموجي والمرتفعة فى التردد تنطلق فى كل لحظة من خلايا المخ. إن الهدب المضيئة المتكونة بهذه الطريقة هى مركز تجمع وتراكم كل الأســرار والشفرات والرموز التى تحملـها كـلا الموجتـين، فيحـدث تـوارد الأفكـار والتخاطر والاستهواء وغيرها من مظاهر الحاسة السادسة. فيرى الإنسـان أشـياء لا تدركـها العقـول ولا تراهـا العيـون ويسـمع أصواتــا لا يســمعها الآخرون.

تصنيف الرسائل الموجية

وهكذا يمكن تفسير جميع الظواهر النفسية مثل التخاطر وتوارد الأفكار والإيحـاء والتنويـم المغناطيســى والفراسـة وكذلـك التنبـؤ بوقــوع حــادث ما. ويمكن تصنيف الرسائل الموجية تلك كما يلى:

١ – رسائل موجية ليزرية صادرة من مخ الإنسان مـع ذاتـه تـؤدى إلى رؤية الاشباح والأحلام والتفاؤل والتشاؤم والحظ.. إلى آخره.

٢ – رسائل موجية ليزرية متبادلة من شخص لآخر وتؤدى إلى الاستهواء والتخاطر وقراءة الأفكار والفراسة والتنويم المغناطيسى.. إلى آخره.

٣ – رسائل موجية ليزرية صادرة من مخ الإنسان إلى الكون الخارجى ينتج عنها الإيحاء والإلهام والتنبؤ.. إلى آخره.

ويتم هذا التخاطب جميعه إذا توافر للموجة الليزرية المخية أن تصدر باللحظة نفسها مع موجة مخية أخرى لشخص آخر. وأن تصدرا بعد تركيز فكرى إرادى أو لا إرادى ،ان تلتقيا معا فى نقطة واحدة فى الفراغ (الفضاء)، عندها يمكن أن تتحقق مظاهر الحاسة السادسة، التى يقول عنها العلماء أنه يمكن تنميتها بالتمرين والرياضة العقلية. ومازالت الأبحاث جارية لكشف المزيد .

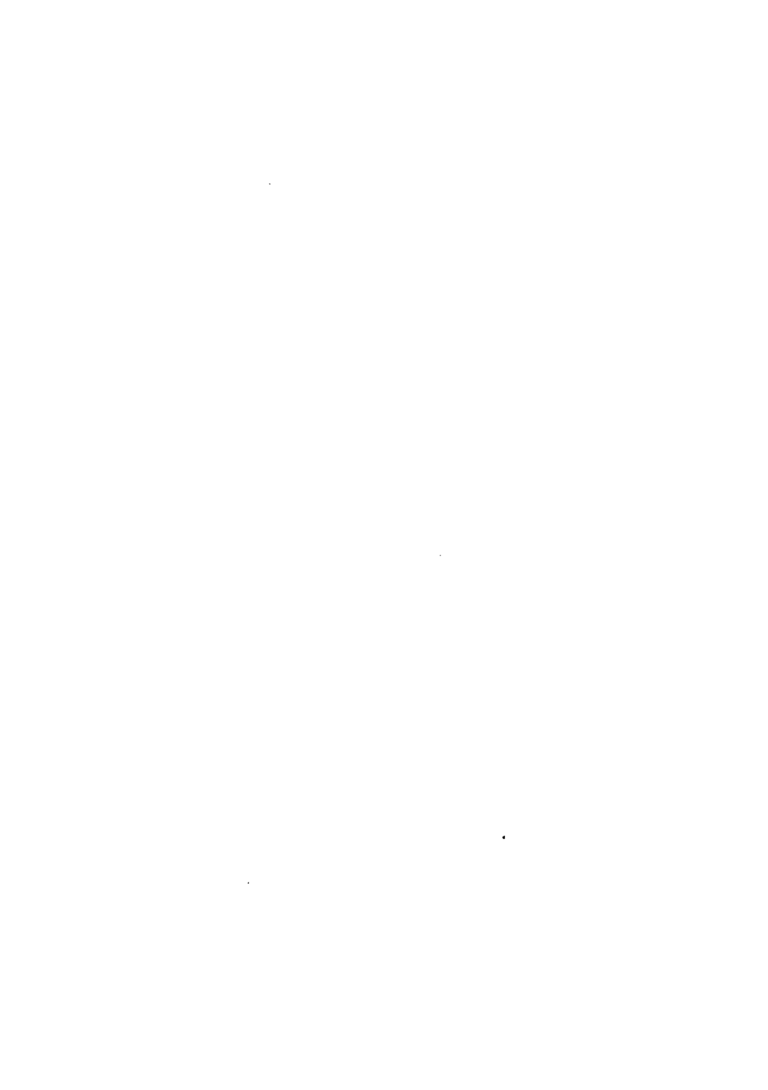


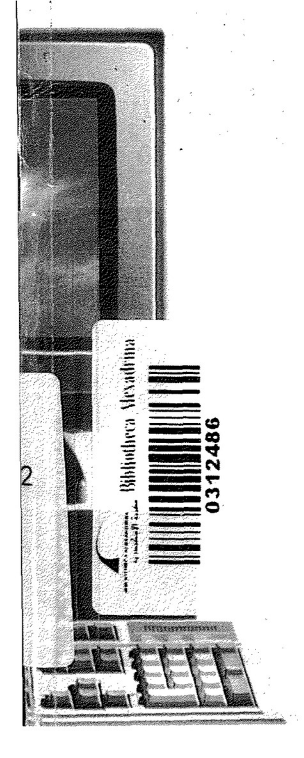
الفهرس

رقم الإيداع		١٩٩٩/١٥٦٩٠
الترقيم الدولى	977-02-5906-3	ISBN

١/٩٩/٧٢

طبع بمطابع دار المعارف (ج . م . ع .)





حاول الإنسان .. منذ القدم .. فهم الكون المحيط به، فاختلط مفهومه عن الكون بالخيال والخرافة.. حتى جاء العلم.. وقدم صورة واضحة عن الكون.. نشأته وأبعاده المترامية ومواقع الأجسام بدقة متناهية. وساعد على تفسير الظواهر والمفاهيم الغريبة والمثيرة وكشف لنا الثقوب السوداء وتمدد الكون وخطوط الكم الشبحية ونظريات الفوضى فى الفضاء ووجود الجسيمات الأولية حاملة القوة وكذلك إمكانيات توفير الغذاء وتوفير الطاقة من أعماق البحار والمحيطات واكتشاف المجهول عن طريق قرون استشعار علمية وأمور أعجب وأغرب من الخيال، يتضمنها هذا العدد الهام فى سلسلة اقرأ.



دار المعارف

٤٠٧-٦٣/٠١

